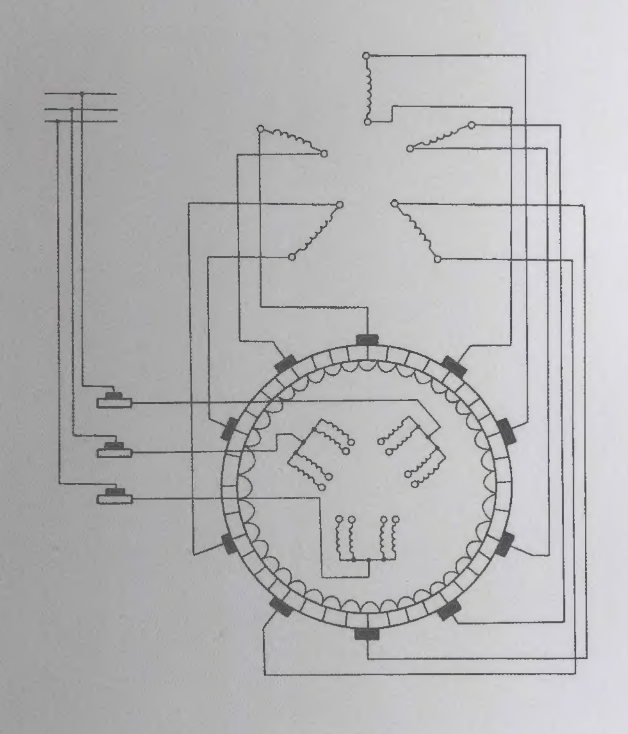
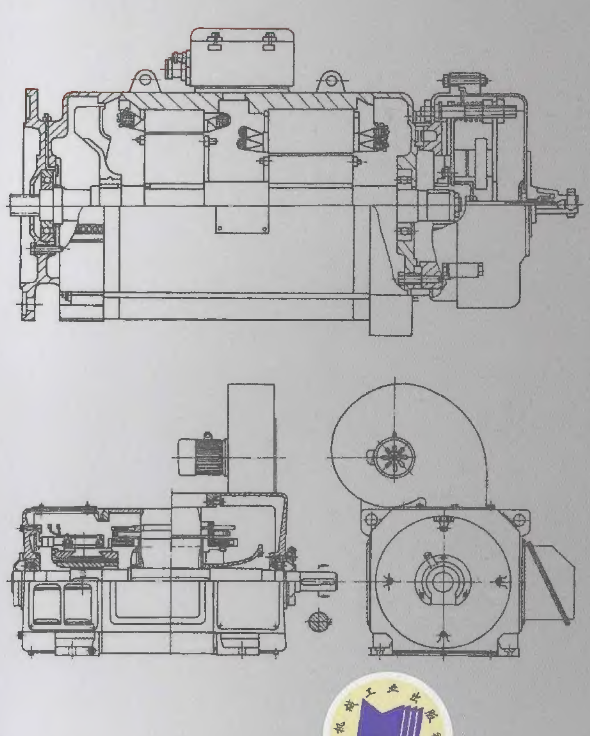
电动机修理手册

单行本

起重及冶金用三相异步电动机修理
防爆防腐电动机修理
潜水电泵与泵用电动机修理

赵家礼 主编







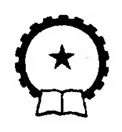
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电动机修理手册

单行本

起重及冶金用三相异步电动机修理
防爆防腐电动机修理
潜水电泵与泵用电动机修理

赵家礼 主编



机 械 工 业 出 版 社

本书共三章，包括三种电动机。起重及冶金用三相异步电动机修理。主要介绍该机的运行原理、维护方法，电动机及附件的故障诊断和修理，绕组重绕工艺和计算，以及修理实例等；防爆防腐电动机修理。主要介绍该机的防爆原理、结构特点，安装调试、运行维护以及故障诊断、排除措施和修复，拆装及修理后的试验等；潜水电泵与泵用电动机修理。主要介绍潜水电泵的分类、型号、典型结构及特点，井用潜水电动机的典型结构及特点，井用潜水电动机与潜水电泵的合理配套及控制，潜水电泵及井用电动机的维护与修理等。

本书适合广大电机修理工人和有关工程技术人员阅读，也可供大专院校有关专业师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

起重及冶金用三相异步电动机修理·防爆防腐电动机修理·潜水电泵与泵用电动机修理/赵家礼主编.—北京：机械工业出版社，2008.3
（电动机修理手册：单行本）
ISBN 978-7-111-23510-1

Ⅰ.起… Ⅱ.赵… Ⅲ.①异步电机：三相电机－维修－技术手册②防爆电机－维修－技术手册③潜水泵－维修－技术手册 Ⅳ.TM343.2-62 TM357.07-62 TH380.7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 022137 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
责任编辑：李振标 责任校对：李秋荣
封面设计：姚 毅 责任印制：杨 曦
北京机工印刷厂印刷（兴文装订厂装订）
2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·17.75 印张·600 千字
0 001—4 000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-23510-1
定价：38.00 元

单行本前言

《电动机修理手册》一书自1988年2月出版以来，先后重印再版多次，深受读者欢迎。

为了更好地满足广大读者需求，此次出版采取了单行本的形式以飨读者。将《电动机修理手册》第3版分为5册单行本，读者可按自己需要，有针对性的选用，从而降低购书费用，并方便携带和阅读。5册单行本有：

- 小功率电动机修理
- 三相交流电动机修理
- 直流电动机修理·牵引电动机修理
- 起重及冶金用三相异步电动机修理·防爆防腐电动机修理·潜水电泵与泵用电动机修理
- 特种用途电动机修理

本手册在拆分单行本的过程中，改正了原书中的错误之处和去掉了一些不适当的内容，也得到了许多同志的帮助，在此表示衷心感谢。

编者

电动机修理手册

第 3 版

主编　赵家礼
编写人（以姓氏笔划为序）

才家刚　朱建德　李圣年　沈宝堂
何　青　杨万青　杨海龙　居志尧
范全乐　胡康银　赵家礼　赵　捷
赵　健　商庆元　黄士鹏　彭友元
钱良钗　蔡廷锡　樊世昂　潘品英

第3版前言

本手册自1988年2月出版以来，先后重印多次，深受广大读者欢迎。近年来，由于我国科学技术的突飞猛进地发展，电动机的品种以及派生系列不断涌现，新制造的电动机质量要求也越来越高，这就要求从事电机修理行业的人员要及时了解到这些新产品的特殊结构、性能以及新工艺、新材料、新的质量标准等要求，否则不能胜任当前的维护和修理工作。鉴于此，为了满足各工矿企业、修理行业面临的新任务，以及对于电机修理技术的迫切要求，这次对全书做了全面的认真的修订工作。

这次修订的特点：

1）近年来全国各地的修理单位对于特种电动机的技术问题经常来信来访，说明在维修特种电动机工作中存在许多困难，因此在这次修订时，将特种电动机侧重加以详述。

2）增加了Y2系列电动机的技术数据。如Y2、YZR2等新系列的技术数据。

3）在技术数据中增加了电动机出厂参考价格和铜线重量以及电动机总重量，这些数据对于匡算电动机修理价格、用铜量以及交通运输等均有所帮助。

4）增加了防爆、防腐、起重及冶金、电梯、塔吊电动机的修理内容。

5）补充了电动机修理的新材料、新工艺、新经验和修理实例。

6）删除本“手册”中不适用的章节内容和谬误之处。同时删除了老系列电动机的技术数据。

修订后的“手册”共分十三章。

第一章　单相电动机修理的第一节至第七节由朱建德、潘品英执笔；第五节中五由胡康银、高庆元、钱良钗执笔。

第二章　小功率三相异步电动机修理由朱建德、沈宝堂、范全乐执笔。

第三、四章　三相低压、高压交流电动机修理由赵家礼执笔。

第五章　直流电动机修理由赵捷、何青、赵健执笔。

第六章　直线异步电动机修理由蔡廷锡执笔。

第七章　起重及冶金用三相异步电动机修理由杨海龙、黄士鹏执笔。

第八章　防爆、防腐电动机修理由杨万青执笔。

第九章　潜水电泵与泵用电动机修理由李圣年执笔。

第十章　交流力矩电动机修理由胡康银、高庆元、钱良钗执笔。

第十一章　牵引电动机修理由樊世昂、居志尧执笔。

第十二章　其他特种电动机修理由赵家礼执笔。

第十三章　电动机修理试验由彭友元、才家刚执笔。

全书由赵家礼统稿和主编，第一、二章由朱建德主审。

在此次编写工作中，得到很多同行的帮助，提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，对书中的错误和缺点恳切希望广大读者提出批评和指正。

编者

主 要 符 号 表

本手册采用国家标准 GB/T13394—1992 规定的符号。

符号	含义
A	面积、电负荷、负载率
A_c	导线截面积
A_{c1}	定子绕组导线截面积
A_{c2}	转子（电枢）绕组导线截面积
A_{cm}	主绕组导线截面积
A_{ca}	副绕组导线截面积
A_{cz}	罩极绕组导线截面积
A_i	槽绝缘所占面积
A_δ	每极气隙有效面积
A_h	槽楔面积
A_s	槽面积
A_B	导条截面积
A_e	槽有效面积
A_{Fe}	铁心截面积
a	并联支路数、电刷长度，电费
AW	直流励磁绕组磁势
A_R	端环截面积
A_t	每极齿截面积
A_j	每极轭截面积
B	磁感应强度、磁通密度（简称磁密）
B_j	轭部磁密
B_t	齿部磁密
B_δ	气隙磁密
b	电刷宽度、无纬带宽度
b_{t1}	定子齿宽度
b_{t2}	转子齿宽度
b_B	导条宽度
b_1	定子槽宽
b_2	转子槽宽
b_r	径向通风道宽度
b_0	槽口宽度
b_k	端环厚度、通风道宽
b_{kr}	换向区宽度
b_p	极靴宽度
b_t	齿宽
C	电容
C_T	转矩常数
C_e	电动势常数
C_i	槽绝缘厚度
C_k	端环宽度
C_j	轭部磁压降校正系数
D_1	定子铁心外径
D_2	转子铁心外径
D_a	电枢表面直径
D_{i1}	定子铁心内径
D_{i2}	转子铁心内径
D_j	外壳直径
d_c	换向器直径
D_R	端环平均直径
d	导线直径
d_1	定子导线直径
d_2	转子导线直径
d'	代换导线直径
d''	实际选用导线直径
d_t	罩极绕组线径
d_m	主绕组线径
d_a	副绕组线径
D	转轴直径
d_{lf}	直流附加绕组线径
E	电动势、电场强度
E_a	电枢电动势
E_δ	气隙合成电动势
F	总安匝数、磁动势
F_j	轭部磁动势（安匝数）
F_t	齿部磁动势（安匝数）
F_δ	气隙磁动势（安匝数）
F_s	波幅系数
F_0	空载励磁磁动势
f	频率
f_N	额定频率
m_{Fe}	铁质量（铁重）
m_{Cu}	铜质量（铜重）
m_j	轭部质量
m_t	齿部质量
H	磁场强度
H_j	轭部磁场强度

H_t 齿部磁场强度
h_0 槽口高度
h_b 电刷高度
h_j 铁轭高度
h_p 极靴高度
h_1 定子槽高
h_2 转子槽高
h 槽楔厚度
h_B 导条高度
I 电流
I_N 额定电流
I_0 空载电流
I_{KW} 功电流
h_{t1} 定子齿高
h_{j1} 定子铁心轭高
h_{j2} 转子（电枢）铁心轭高
I_B 导条电流
I_m 励磁电流、主绕组电流
i_m 励磁电流标么值
I_a 电枢电流、副绕组电流
I_k 堵转电流、短路电流
I_{st} 起动电流
I_R 端环电流
I_1 定子相电流
I_N 额定电流
J 电流密度
K 换向片数、换向系数、负载率、变比系数
K_α 绕组分布系数、分布因数
K_p 绕组短路系数、节距因数
K_β 变换系数
K_{dp} 绕组系数、绕组因数
K_{dpm} 主绕组系数
K_{dpa} 副绕组系数
K_{dpv} v 次谐波绕组系数
K_E 空载压降系数
K_u 压降系数
K_{Fe}、K_e 铁心叠压系数
K_{c1} 定子卡氏系数、定子卡特因数
K_{c2} 转子卡氏系数、转子卡特因数
K_δ 气隙系数
K_t 转矩系数
K_ϕ 波形系数
L 电感
L_a 电枢铁心长度
L_{ef} 电枢计算长度
l_B 导条长度
l_E 定子绕组端部长度
l_p 磁极极靴长度
l_1 定子铁心长度
l_2 转子铁心长度
l 铁心平均长度

$$l=\frac{1}{2}\ (l_s+l_r)$$

l_{pm} 主绕组平均匝长
l_{pz} 罩极绕组平均匝长
l_v 铁心净长度

$$l_v=K_{Fe}\ (l-nb_v')\ =K_{Fe}l_{Fe}$$

L_j 铁轭磁路长度
l_b 线圈端部平均长度
l_{ar} 线圈半匝平均长度
m 相数、质量
m_j 轭部质量
m_t 齿部质量
N 每相绕组平均串联匝数
N_m 主绕组线圈数
N_a 副绕组线圈数
N_{scm} 主绕组每槽导体数
N_{sca} 副绕组每槽导体数
N_1 定子绕组每极匝数
N_2 转子绕组每极匝数
N_{1f} 直流励磁绕组附加匝数
N_1'' 直流励磁绕组总匝数
N_2'' 转子（电枢）绕组总导体数
N_ϕ 绕组每相匝数
N_z 罩极绕组匝数
N_{sc} 每槽串联导体数

$N_{sc}=2\times$每线圈匝数

N_c 每线圈串联匝数
$N_{\phi 1}$ 每相串联导体数
n 电动机转速
n_1 同步转速
n_2 额定转速
n_r 通风道数
n_{st} 定转子绕组变比

$$n_{st}=\frac{K_{cs}\cdot N_s}{K_{cr}\cdot N_r}$$

n_p 转子飞逸转速
N_t 并绕根数
P 有功功率
P_1 输入功率

P_2　输出功率
P_N　额定功率
P_e　电磁功率
P_δ　气隙功率
P_{mx}　机械功率
p　极对数
P　电动机极数
P_0　空载损耗，固定损耗
P_r　可变损耗
P_{Fe}　铁损耗
P_{fw}，P_j　风摩损耗、机械损耗
P_s　杂散损耗
P_{Cu}　铜损耗
P_t　齿部损耗
P_j　轭部损耗
P_{Cua}　电枢绕组铜耗
P_a　电刷接触电阻损耗
ΣP　总损耗
Q　槽数、无功功率
Q_1　定子槽数
Q_2　转子槽数
Q_p　每极槽数
Q_m　主绕组占槽数
Q_a　副绕组占槽数
q　每极每相槽数
R_ϕ　相电阻
R_L　线电阻
R_a　电枢绕组电阻
R_B　导条电阻
R_R　端环电阻
s_f　槽满率
s　转差率
s_N　额定转差率
T　转矩、温度
T_K　堵转转矩
T_N　额定转矩
T_e　电磁转矩
T_{max}　最大转矩
T_{min}　最小转矩
T_L　负载转矩
T_1　输入转矩
t　槽距
T_2　输出转矩
t_0　导线直径比值系数
t　时间、温度、齿距
U　电压
U_N　额定电压
U_L　线电压
U_ϕ　相电压
$U_{N\phi}$　额定相电压
V　体积、速度
v　线速度
N_s　换向元件匝数
X　电抗
X_L　线圈感抗
X_1　定子电抗
X_2　转子电抗
X_m　励磁电抗
X_e　端部电抗
X_{sc}　槽漏抗、同步电抗
X_d　谐波漏抗
X_{sk}　斜槽漏抗
X_d　直轴同步电抗
X_δ　气隙磁场基波漏抗
X_q　交轴同步电抗
y　节距
Z　阻抗、风阻、齿数
β　绕组节距比
τ　极距
t　定子齿距
t_2　转子齿距
ρ　导体电阻率
Δn　转速调整率
ΔU　电压调整率
θ_a　环境温度
θ_c　冷却介质温度
ΔU_b　一对电刷接触压降
δ　单边气隙长度、单边厚度
δ_i　计算气隙长度
δ_2　第二气隙长度
η　效率
η_N　额定效率
$\cos\varphi$　功率因数
λ_s　槽漏磁导系数
λ_t　齿漏磁导系数
λ_e　端部漏磁导系数
λ_d　谐波漏磁导系数
γ　电导率
μ　磁导率
μ_0　真空磁导率

μ_r	相对磁导率	Ω	机械角速度
ν	谐波数	ω	电角速度
Φ	每极磁通	φ	功率因数角
Φ_δ	每极气隙磁通	ζ	电费
ψ	磁链	α	极弧系数

目　录

第一章　起重及冶金用三相异步电动机修理

第二章　防爆防腐电动机修理

第一章　起重及冶金用三相异步电动机修理

第一节　概　　述

一、基本技术要求

起重及冶金用三相异步电动机分为笼型转子电动机（如 JZ、JZ2、YZ、YZ2）和绕线转子电动机（如 JZR、JZR2、YZR、YZR2）。它们适用于各类型式的起重机械及冶金辅助设备的电力驱动。

起重及冶金用三相异步电动机的工作制[⊖]分为 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8 及 S9 共 9 种类型，其中老系列 JZ2、JZR2 电动机基准工作制为 S3—25%，YZ、YZR、YZ2、YZR2 电动机基准工作制为 S3—40%（即工作制为 S3，基准负载持续率为 40%，每一个工作周期为 10min）。电动机负载持续率（FC%）就是电动机工作时间与工作周期之比，常用百分数来表示，即

$$FC = \frac{\text{工作时间}}{\text{工作周期时间}} \times 100\%$$

标准的负载持续率有：15%、25%、40%、60% 和 100%。

起重及冶金电动机的起动等级系指每小时最大可能起动的次数，通常起动等级分为 6 次/h、150 次/h、300 次/h 及 600 次/h。对于电制动、点动状态工作时，可先将这些状态按等效发热折算成等效起动次数；然后根据等效起动次数确定电动机的定额。折算时一般点动一次时相当于 0.25 次起动，电制动一次相当于 0.8 次起动。每小时等效起动次数典型示例见表 1-1。

表 1-1　起重及冶金电动机每小时等效起动次数典型示例

工作方式	工作状态				等效起动次数/h
	起动次数/h	点动次数/h	制动次数/h	反接次数/h	
S3	6	0	0	0	
S3	4	8	0	0	6
S3	2	8	2	0	
S4	150	0	0	0	
S4	100	200	0	0	
S5	80	0	80	0	150
S5	65	130	65	0	
S5	30	160	30	0	
S4	300	0	0	0	
S4	200	400	0	0	
S5	160	0	160	0	300
S5	130	260	130	0	
S5	60	320	60	60	
S4	600	0	0	0	
S4	400	800	0	0	
S5	320	0	320	0	600
S5	260	520	260	0	
S5	120	640	120	120	

二、适用范围及特点

（一）特点

起重及冶金电动机具有较大的过载能力和较高的机械强度，可频繁地起动及逆转，频繁地机械振动及冲击。其绝缘等级分为 F 级和 H 级两种。F 级适用于冷却介质温度不超过 40℃ 的一般场所；H 级适用于冷却介质温度不超过 60℃ 的冶金场所，两种电动机具有相同的参数。

⊖ 工作制是对电动机各种负载，包括空载、停机和断触及其持续时间和先后情况的说明。分为 S1 ~ S10 共十种类型工作制，详见 GB755《旋转电机定额和性能》。

（二）额定电压及频率

电动机的额定电压为 380V，额定频率为 50Hz。根据用户要求，电动机的额定电压亦可按 440V 额定频率 60Hz 及额定电压 380V 额定频率为 60Hz 制造。但只给一种电压及频率，此时电动机的转子开路电压将有所变动（指绕线转子而言）。

（三）电动机的工作条件

1）海拔不超过 1000m。

2）频繁地机械振动及冲击，但某些具有较严重的振动与冲击的设备（如锻钢机等）应提出特殊定货。

3）室内或室外（室外应由用户用罩遮盖）及多尘的环境中。

4）经常快速地满压直接起动及逆转，但绕线转子电动机必须在转子回路内串入附加电阻，控制定子起动电流在 1.5～1.8 倍的额定电流范围内起动。

5）频繁地起动及逆转。

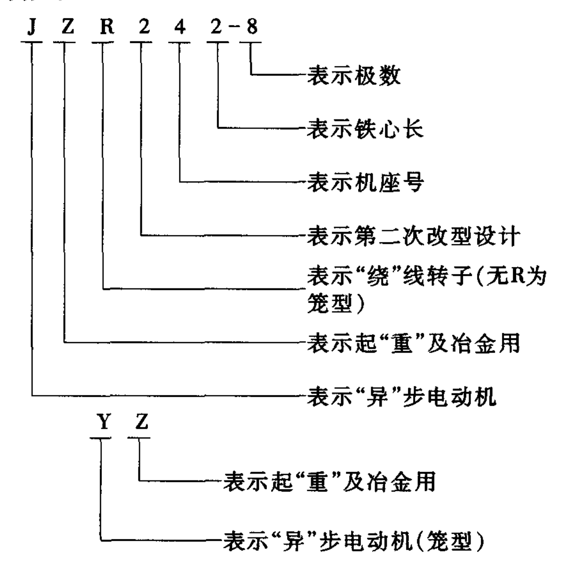
三、基本系列及派生产品的型号及特点

起重及冶金用三相异步电动机根据年代可划为 3 个基本系列：

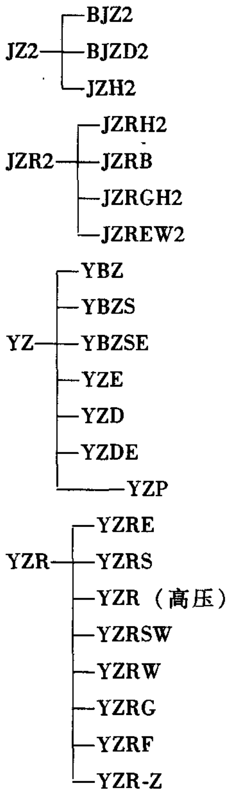
老产品　JZ2　JZR2（20 世纪 80 年代之前）；
现代产品　YZ　YZR（1980～1996 年）；
换代产品　YZ2　YZR2（1996 年之后）。

（一）型号的含义

例如：



（二）派生的种类



WZ—涡流制动器

注：B—代表隔“爆”型
　　D—代表“多”速
　　H—代表“H”级绝缘
　　G—代表“管”道通风
　　P—代表变“频”
　　S—代表“双”速
　　EW—代表“涡流”制动
　　W—代表“涡”流制动
　　E—代表“电”磁制动
　　F—代表自带“风”机强迫通风或“粉”尘式。
　　Z—代表高起动“转”矩

（三）结构特征及性能特点

主系列及派生产品的结构特征及性能特点见表 1-2。

起重及冶金用三相异步电动机随着工业分工不同形成了上述不同的派生产品，并在此基础上还可进行简单派生，如制成：

湿热带型　“TH”
船用型　“H”

表 1-2　主系列及派生产品的结构特征及性能特点

1	2	3	4	5	6	7
JZ2 JZH2	JZR2 JZRH2	YZ	YZR	YZ2	YZR2	BJZ2 BJZD YBZ JZRB YBZS YBZSE
封闭式，铸铁外壳有散热筋，外风扇吹冷，笼型转子，用于起重及冶金辅助机械	转子是绕线转子，起动性能好，其它同序号1	结构同序号1，但可靠性明显优于序号1，具有较高的机械强度和较大的过载能力，并给出了不同工作制情况下的容量	转子是绕线转子，起动性能好，其它同序号3	结构同序号3，但散热筋呈平行式，技术性能指标优于序号3，材料利用率好	结构同序号4，但可靠性较高，散热筋呈平行式，技术性能指标优于序号4，材料利用率好，接线腔内宽大，风扇在非轴伸端	基本结构同序号1，但用于有爆炸性环境

8	9	10	11	12	13
JZRGH2 YZRG YZRF	YZDE BJZD YZD YBZSE YBZS YZP YZRS	YBZE YZDE YZE YZRE YBZSE	YZR-Z	YZR（高压）	WZ YZRW YZRSW JZREW
转子是绕线转子，起动性能好，通风散热效果良好，其方式为管道通风或就地采风进行强迫性通风	上述产品是变极调速或变频调速产品，该类产品大多用于军工场所，具有较高的过载能力和机械强度，同时可简化起重机械减速机构。可获得较稳定的低速运行，准确到位，安全可靠	该产品用于驱动各种起重机械及其类似设备专用产品。并具备自制动功能，起到机械抱闸作用，适用于短时工作制和断续周期工作制	该电机结构同序号4，但起动转矩及最大转矩均高于YZR产品，即该产品过载能力更强	该产品是我国20世纪80年代中期产品，代表国家最高水平，电压为3000V，具有较高的过载能力。冷却方式采取强迫通风方式；机座为胀管式机座	WZ型涡流制动器是起重机械中交流异步电动机调速的辅助装置，即WZ与YZR电机合用，其效果与YZRW相同。是为发展调速起重机械而专门设计的，涡流制动器不受负荷正反方向的限制，在任意负载下均能达到电动机的稳定低速运转，是交流机调速最佳方案，调速范围可达电动机同步转速的1/5～1/10

防腐型　　　　“F”
舰用型　　　　“J”
户外型　　　　“W”
热带型　　　　“R”

除此之外，还可制成不同安装型式，不同绝缘等级、不同防护级别、不同环境温度、不同电压方式，不同冷却方式。根据不同的工况还可制成各种工作制的电机。

四、运行原理及维护

（一）YBZE、YBZSE 的运行原理及维护

1. 运行原理及维护

YBZE 与 YBZSE 电动机为停电制动式电动机，一般情况下，该类电动机所附带的刹车机构取代了笨重的机械抱闸，其制动力矩约为电动机额定力矩的 1.8 ~2.2 倍。电动机的结构图见 1-1，其运行原理为：

当电动机接通电源时，制动器部份通过整流器将交流电进行整流，然后输入励磁线圈，产生电磁吸力，当电磁吸力大于弹簧压力时，衔铁制动盘压缩弹簧后吸合，使摩擦片脱离制动状态，电动机开始正常运转。断电后，电磁吸力消失，衔铁制动盘在弹簧的压力下推动摩擦片，使制动器处于制动状态，达到刹车的目的。

当制动器的摩擦片磨损时，制动力矩也将减少，当其制动力矩小于额定制动力矩时，必须调整气隙，因为衔铁制动盘的吸合及释放时间随气隙的增大而延长，为了保证迅速及有效地制动，电磁铁与衔铁制动盘的气隙一般应为 1.5 ~2mm 左右，在摩擦片厚度减少而使气隙大于 2mm 时，应调节气隙调节螺母，使气隙保证在 2mm 以内，尤其是该类电动机用于起升时，不允许超标准延时，当摩擦片的厚度磨损大于 2mm 时，应更换摩擦片。

由此而知制动器的制动力矩和气隙是可调的，气隙的调整是通过气隙调节螺母进行调整。气隙过小，摩擦片不能与摩擦面脱开；气隙过大能导致电磁铁与衔铁制动盘不能吸合，而电动机总处于制动状态。也就是说气隙的大小关系到衔铁制动盘能否准确地工作。制动力矩的调整是通过调节制动力调节螺母来实现的，右旋制动力调节螺母，制动力矩增大，左旋，则反之，调整时应做到 3 个弹簧的压力基本相同。

2. 安装与维护要点

电动机的外壳具有隔爆性能，电动机的所有电气部件都放在隔爆外壳内，组成隔爆外壳的零部件包括机座、端盖、轴承内盖、轴、接线盒座、接线盒盖、接线螺栓、橡皮垫、出线斗、螺纹端子套等。联接隔爆外壳的紧固螺栓数量不可缺少，拧入深度为螺栓直径的 1.25 ~1.5 倍。每个螺栓下装有弹簧垫圈，防止自行松脱。

电动机安装前，应详细检查防爆外壳的各部件是否联接好，所有防爆零件不得有裂纹和影响防爆性能的缺陷。

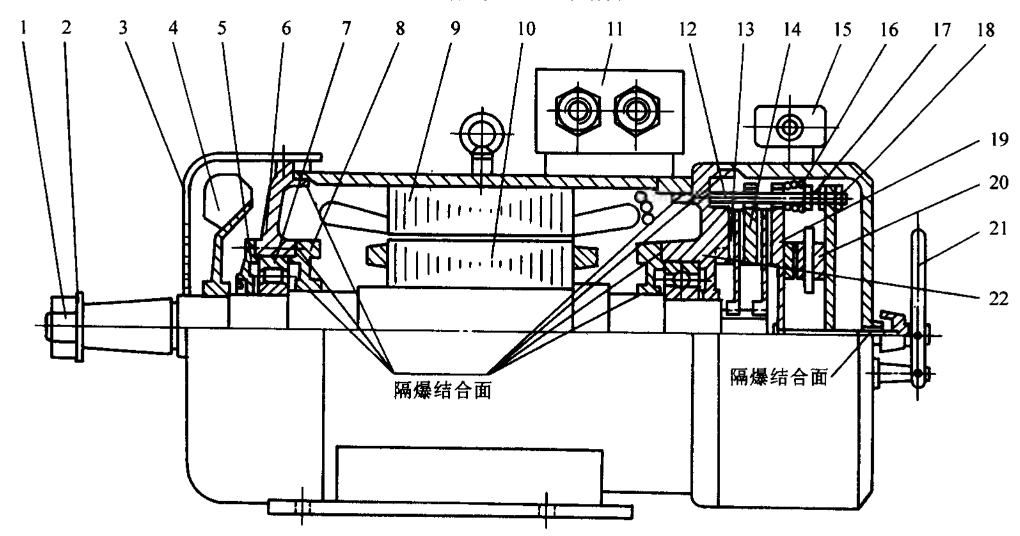


图 1-1　YBZE 电动机结构图

1—轴头螺母　2—垫圈　3—风罩　4—风扇　5—轴承外盖　6—端盖　7—轴承　8—轴承内盖　9—定子　10—转子　11—定子接线盒　12—螺杆　13—摩擦片　14—制动盘　15—制动器接线盒　16—压力弹簧　17—制动力调节螺母　18—气隙调节螺母　19—衔铁制动盘　20—电磁铁　21—松闸手柄　22—端盖制动座

电动机连至电源电缆的直径要与接线盒密封圈的孔径相等（密封圈有多个同心圆，根据电缆直径的大小可以剥掉）。保证压上出线斗后，密封圈与电缆以及密封圈与出线口之间无间隙，否则不能防爆。

电动机安装与拆卸时，应注意保护隔爆面，装配时隔爆面须涂 204-1 防锈油，且不得有划痕和锈蚀，否则会失去或降低防爆能力，不能安全运行。如有损伤和锈蚀现象，需严格按防爆修补规程进行修补。

（二）WZ 和 YZRW 的运行原理及维护

WZ 涡流制动器工作原理图如图 1-2 所示，当励磁线圈通过直流电后，磁极中的磁通经过空气隙和电枢而构成闭合回路，如图 1-2 中虚线所示，由于电枢同电动机一起旋转，在电枢内感应产生了涡流如图中实线所示，并产生电磁力，此电磁力的方向与电枢旋转方向相反，因此，起到了制动力的作用。此类产品只能作为辅机起调速作用，但不能代替刹车系统。

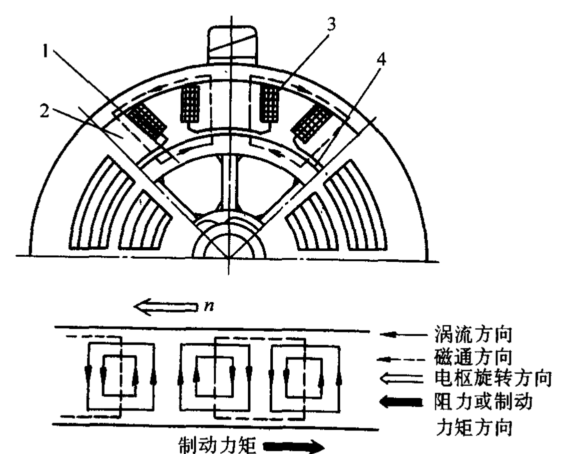


图 1-2　制动力矩动作原理

1—电枢　2—磁极铁心　3—励磁线圈　4—气隙

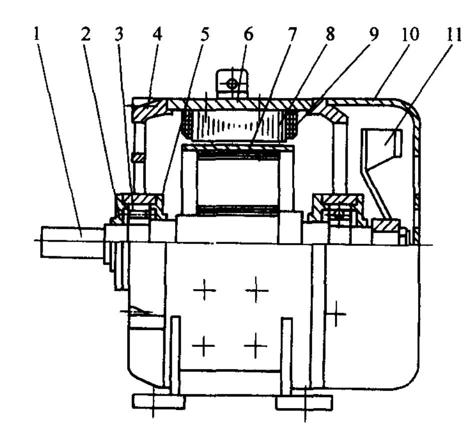


图 1-3　WZ 型涡流制动器

1	轴	4	端盖	7	电枢	10	端罩
2	轴承外盖	5	轴承内盖	8	磁板	11	风扇
3	轴承	6	机座	9	励磁线圈		

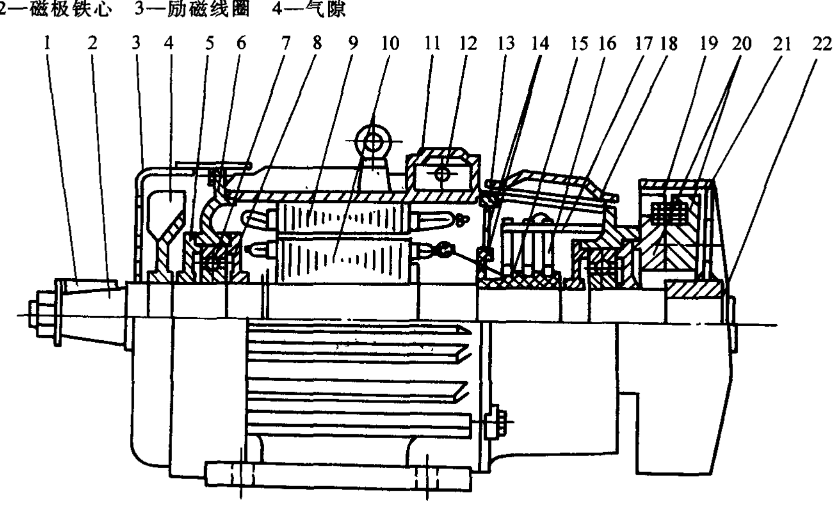


图 1-4　YZRW 涡流制动电动机结构图

1	轴伸键	7	轴承	13	前端盖	19	励磁绕组
2	转　轴	8	轴承内盖	14	挡尘板	20	磁极铁心
3	端　罩	9	定　子	15	集电环	21	电　枢
4	风　扇	10	转　子	16	电刷装配	22	挡　圈
5	轴承外盖	11	接线盒	17	刷　杆		
6	端　盖	12	出线孔	16	观察窗盖		

WZ 涡流制动器选用时要注意与电动机匹配好，因该产品过载后发热极快，防止其过载后而烧毁。

YZRW 涡流制动电动机制动原理与 WZ 涡流制动器相同。YZRW 与 WZ 产品结构如图 1-3，1-4 所示。

（三）起重及冶金用电动机及 WZ 涡流制动器的维护要求

1）电动机经长途运输或长期放置不使用的电机，使用前必须以 500V 绝缘电阻表测量其定子绕组与机壳间的绝缘电阻，其值不得低于 0.5MΩ，否则电机必须干燥，直到绝缘电阻达到要求为止。此时方可使用。

不论采用何种干燥法，都必须注意在干燥过程中，绕组温度不超过 90℃（温度计法）。

2）新的或长期放置未用的电动机，在安装前应首先进行机械检查，检查各部件是否装配完整，紧固螺栓是否有松动现象，内部如有灰尘或杂物，应清除干净，必要时可用干燥的压缩空气吹净，但不得用金属喷嘴，以免损坏绝缘。

3）拆下轴承外盖，检查轴承，当润滑脂有污垢受潮、变质等现象时，必须用汽油（或煤油）将轴承清洗干净，然后加入新鲜的润滑脂，其数量应不超过轴承室内空间的 2/3 为适当，正常使用情况下每半年更换一次润滑脂，推荐采用 SYB1412-75 ZL-2 锂基润滑脂。

4）为了防止电动机锈蚀，在拆检后重新装配时，所有的配合面和带螺纹的紧固件（接地螺栓除外）可涂一层干净的防锈油后再行装配，并且所有的紧固件应附有弹簧垫圈以免自行松脱，装配后用手转动转子，电动机应能灵活转动。

5）在轴伸上安装联轴器或齿轮时，必须先将轴伸端上防锈层清洗干净，再行安装，在安装时应防止过重敲击，以免损坏轴承。

6）电动机安装时，应校正两转轴中心线的相对位置，调整合格后，旋紧底脚螺栓，使其可靠的固定于基础上。

7）电动机应设有内、外接地装置，并在附近标有接地符号，安装后应可靠接地。

8）双轴伸电动机，对未使用的轴伸端，需拆下轴伸键，轴头螺母及垫圈后，罩好防护罩再开车。

9）电动机接线后，应试接电源使其转动，检查旋转方向是否符合要求，否则可将其中任何两根电源线调换一下即可。

10）在电动机安装完毕后，空转 3～4h，情况良好再加入负载，并应检查电源的稳定性，当电源电压（频率为额定）与其额定值的偏差不超过 ±5% 或电源频率（电源电压为额定）与其额定值的偏差不超过 ±1% 时，电动机允许在额定状态下运行。但此时电动机的温升也允许超过其限值，超过的温度数值应不大于10℃。

11）电动机的防护型式为封闭式结构，在运输中端盖上的盖板、出线盒盖及未用的出线口应盖好，以防止水、油、乳浊液等污物浸入电机内部。

12）电动机在使用期间，应按时进行清扫和检查。首先必须除去电动机表面上的泥土和尘埃或油污，用浸湿汽油的抹布把尘埃油污擦净。当绕线转子电机电刷磨掉原高度的 2/3 时，应按原尺寸及牌号进行更换。

更换电刷时对刷盒式结构，可把刷块装在刷盒内固定好，再把装好的刷盒（连刷块）固定在端盖内；对刷握式结构，可逐个把电刷固定在前端盖的电刷柱上。还应检查集电环的表面粗糙度细于 R_a6.3，电刷与集电环是否接触良好，以及弹簧压力是否正常。

第二节　塔吊电动机的运行原理及维护

一、概　　述

近十年来，中国塔式起重机的发展使塔吊电动机发展迅速，根据塔式起重机调速要求，生产厂家生产了单速、双速、三速、四速可装有盘式制动器的电动机；有绕线转子双速带涡流制动器的电动机；也有双铁心多速电动机。如塔机小车变幅用 YZTDE 三速电动机㊀结构如图 1-5 所示。其技术数据见表 1-3。塔机起升卷扬机构用 YZDE180-214/22P，24/24/4kW 电动机㊁，结构如图 1-6 所示。

该类电动机特点是体积小、重量轻、调速比大、起动电流小、转矩高、过载能力强等特点，采用一套铁心或两套铁心构成远极比变极调速方式，大部分带有盘式制动器。该类产品繁杂，如同为一个机座号，极数为 4/8/32，但各制造厂接法及接线图却有差异。维修时须谨慎。

㊀ 该电动机是嵊州市浙特中山电机有限公司生产。

㊁ 该电动机是佳木斯电机股份有限公司生产。

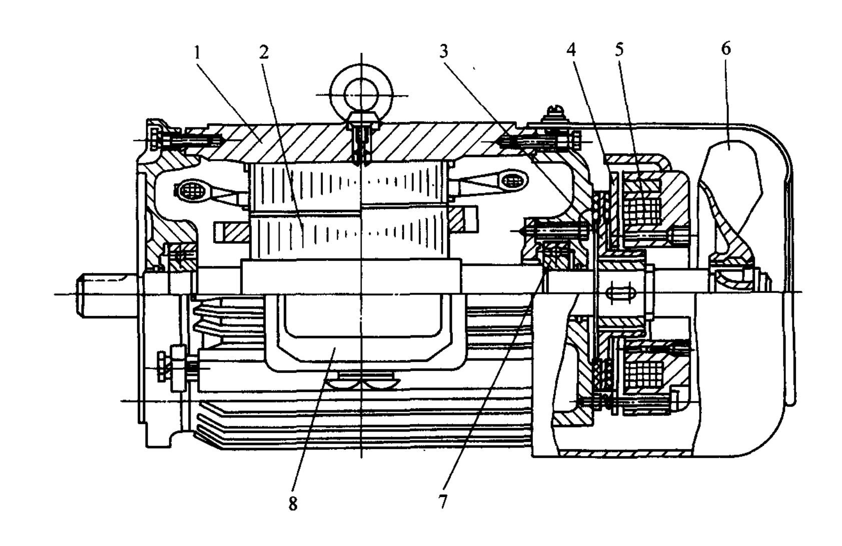


图 1-5 YZTDE 三相异步电动机结构图
1—定子 2—转子 3—制动盘 4—励磁线圈
6—风扇 7—轴承 8—接线盒

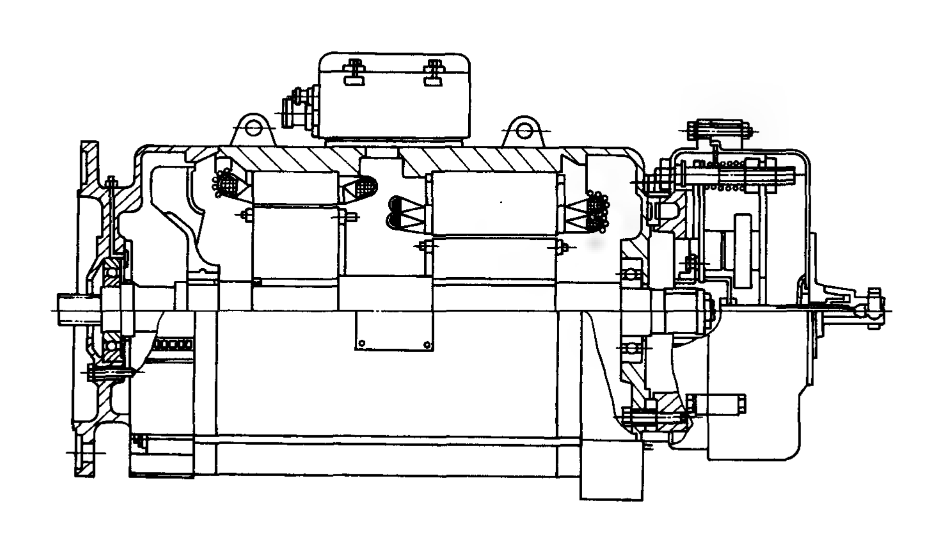


图 1-6 YZDE180 三速电动机

表 1-3 塔机小车变幅用三速电动机技术数据（电动机带制动器）

型号	极数	功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	起动电流倍数	起动转矩倍数	最大转矩倍数	制动力矩/N·m
YZTDE112M1—2/4/12	2	3.0	7.4	2780	5.0	1.8	2.0	40
	4	2.0	6.1	1400	5.0	1.8	2.0	
	12	0.75	5.2	440	3.0	1.8	1.8	

（续）

型号	极数	功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	起动电流倍数	起动转矩倍数	最大转矩倍数	制动力矩/N·m
YZTDE112M2—2/4/12	2	4.0	9.5	2800	5.0	1.8	2.0	40
	4	3.7	7.5	1440	5.0	1.8	2.0	
	12	1.0	6.8	450	3.0	1.8	1.8	
YZTDE132M—2/4/12	2	5.0	11	2800	5.0	1.8	2.0	80
	4	3.7	8.5	1440	5.0	1.8	2.0	
	12	1.0	7.9	450	3.0	1.8	1.8	
YZTDE160M—4/8/20	4	3.3	6.9	1400	5.0	1.8	2.0	80
	8	2.2	6.4	700	5.0	1.8	2.0	
	20	0.75	5.9	260	3.0	1.8	1.8	
YZTDE160L—4/8/20	4	4.4	9.6	1400	5.0	1.8	2.0	80
	8	3.3	9.2	700	5.0	1.8	2.0	
	20	1.1	8.7	260	3.0	1.8	1.8	
YZTDE180M—4/8/24	4	5.0	10.3	1400	5.0	1.8	2.0	80
	8	3.7	10.1	700	5.0	1.8	2.0	
	24	1.1	9.6	210	3.0	1.8	1.8	

注：制动器励磁电压有直流24V、170V两种，也可根据用户需要选配，订货时必须注明。

二、电动机的使用及维护

1）电源接通后电动机不起动，其通常原因是制动器线路未通电。

2）低速空载运行时不能超过5min。

3）电动机起动后转速低于或高于额定转速，其通常原因为定子接线错误，△接误接成丫接或丫接误接成△接。当低于额定转数时也可能负荷过重。

4）电动机无论是安装还是修理，接线时都必须严格按接线图接线，否则电动机不能工作或烧毁。

5）带制动器电动机须注意制动器运转良好。不起制动作用时，易使所吊重物坠落；吊重物钢丝绳断线制动时，易使电动机堵转烧毁。

第三节　YZRG、YZRF系列起重及冶金用强迫通风型电动机运行原理及维护

一、概　　述

YZRG、YZRF系列电动机是在YZR系列电动机从结构上派生的产品。YZRG为管道通风型电动机；YZRF为自带风机型电动机。

该电动机工作制为S1。输出功率与YZR电动机基准工作制（即S3—40%）时的功率相同。电磁设计与YZR电动机相同，技术数据也相同。

YZRG管道通风电动机，输入管道内的冷却空气不得含有直径大于1mm固体物质，不得含有腐蚀性气体。由于不断地从管道输入冷却空气，将电动机内的较高温度气体带出电动机外，使电动机连续运转不至烧毁。YZRG管道通风电动机结构如图1-7所示。YZRF自带风机型电动机结构如图1-8所示。

二、电动机的使用及维护

1）不得将防护纱窗取消，以免掉入金属块使得匝间短路。

2）不得将纱窗换成密封垫，不得将电动机内通风道堵死，尤其是散嵌绕组转子冲片的通风孔内应无杂物。

3）自带风机型风机拆装后应将风机上小电动机通电运转，看风压是否正常，否则应调整小电动机转动方向。

4）自带风机运行中不得将布、纸片等置放在风机进风口处，否则风量将大大减弱。

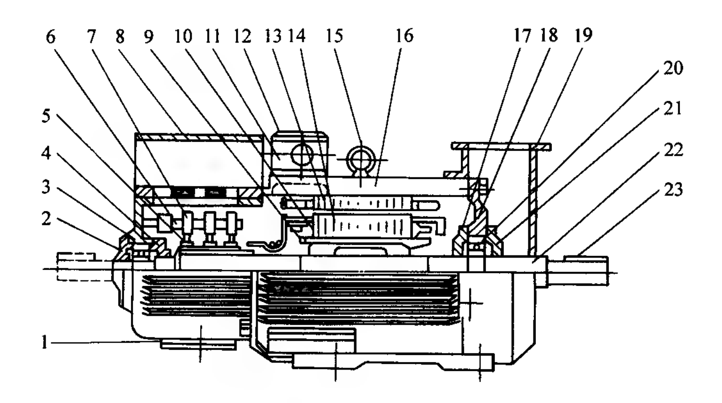


图 1-7 YZRG280～400 结构图

1—纱窗 2—轴承外盖 3—前端盖 4—轴承内盖 5—集电环 6—刷杆 7—刷握 8—防护罩 9—转子支架 10—转子压圈 11—接线盒座 12—接线盒盖 13—定子 14—转子 15—吊环 16—机座 17—轴承内盖 18—端盖 19—风罩 20—轴承 21—轴承外盖 22—轴 23—键

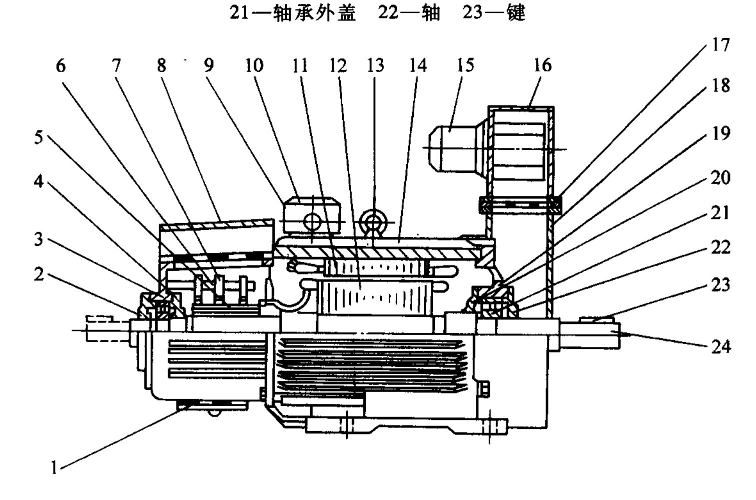


图 1-8 YZRF250 结构图

1—纱窗 2—轴承外盖 3—前端盖 4—轴承内盖 5—集电环 6—刷杆 7—刷握 8—防护罩 9—接线盒座 10—接线盒盖 11—定子 12—转子 13—吊环 14—机座 15—小电机 16—风机 17—过滤器 18—风罩 19—端盖 20—轴承内盖 21—轴承 22—轴承外盖 23—键 24—轴

第四节 绕组的类型及应用

一、绕组的特点

定子绕组下线方式均为双层叠绕（均以 YZR 电机为例），散嵌线转子的绕组型式为单层链式（YZR280 机座号除外），成型线圈转子绕组型式为双层波绕，线圈为一头弯结构，下线、焊接非常方便。

二、布线和嵌线规律

（一）单层链式绕组嵌线特点

1）起把绝缘（或叫吊把绝缘）数等于 q（q—每极每相槽数）；

2）嵌完一个槽后，空一个槽，再嵌另一相的下层边；

3）同相线圈的连线是上层边与上层边相连或下层边与下层边相连，头与头、尾与尾相接。

（二）双层叠绕组嵌线特点

双层叠绕组嵌线工艺比较简单，但应该注意的是：在开始嵌线时有一个节距 y 个线圈上层边暂不嵌入槽，其余线圈嵌完下层边后再按 y 嵌上层边。在嵌上层边之前，应先放入层间绝缘。直到全部线圈嵌完后，再将起把线圈的上层边嵌入槽中。接线规律是头与头、尾与尾相联。

（三）双层波绕组嵌线特点

起重及冶金用绕线电机转子硬绕组的嵌装为嵌入法和插入法，单匝成型线圈用插入法。波绕组与双叠绕组布线规律大体上相同，只是波绕组的下层边与上层边相联。而且线圈是一头弯结构。

三、绕组接线图

绕组接线图见图 1-9 至图 1-29，该图均为 YZ 与 YZR 基本系列接线图。

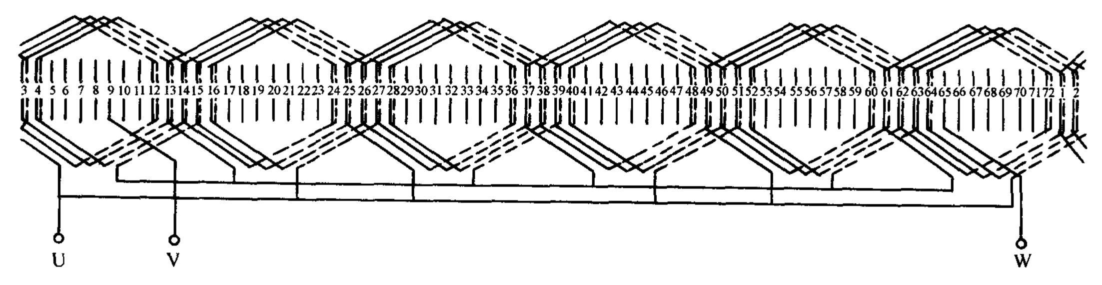


图 1-9　电动机绕组接线图

双层叠绕组共 18 个线圈组，每组 4 支线圈，6 丫联结，6 极，q = 4

图 1-10　电动机绕组接线图

双层叠绕组，3 个线圈与 2 个线圈各 12 个线圈组，4 丫联结，8 极，$q=2\frac{1}{2}$，嵌线时按 3，2，3，2 循环

图 1-11　电动机绕组接线图

双层叠绕组，3 个线圈与 2 个线圈各 12 个线圈组，1 丫联结，8 极，$q=2\frac{1}{2}$，嵌线时按 3，2，3，2 循环

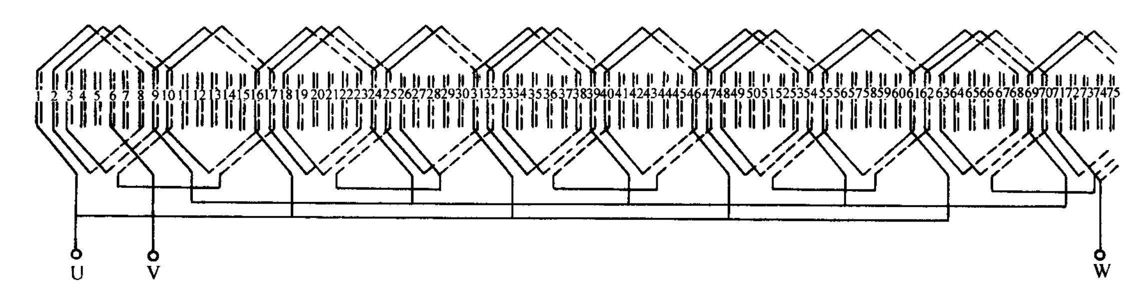


图 1-12　电动机绕组接线图

双层叠绕组，每组 3 个线圈的，共 15 个线圈组，每组 2 个线圈的，共 15 个线圈组。

5 丫联结，$q=2\frac{1}{2}$，嵌线时按 3，2，3，2 循环，10 极

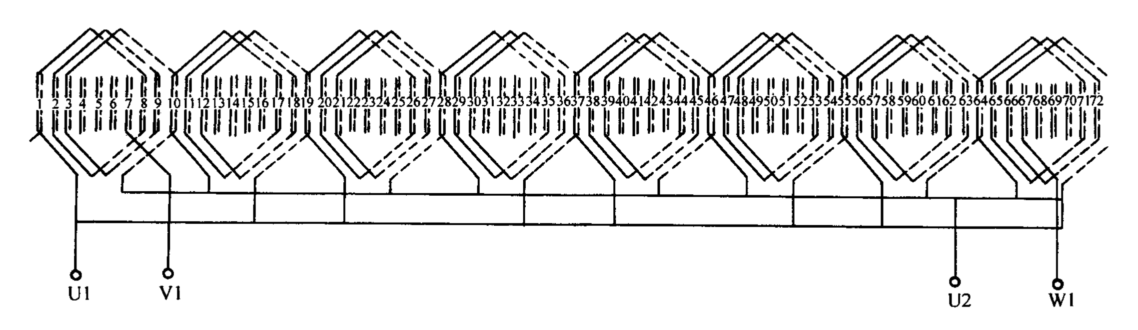


图 1-13　电动机绕组接线图

双层叠绕组，8 极，8 丫联结，节距 y=1—8 或 1—9，q=3

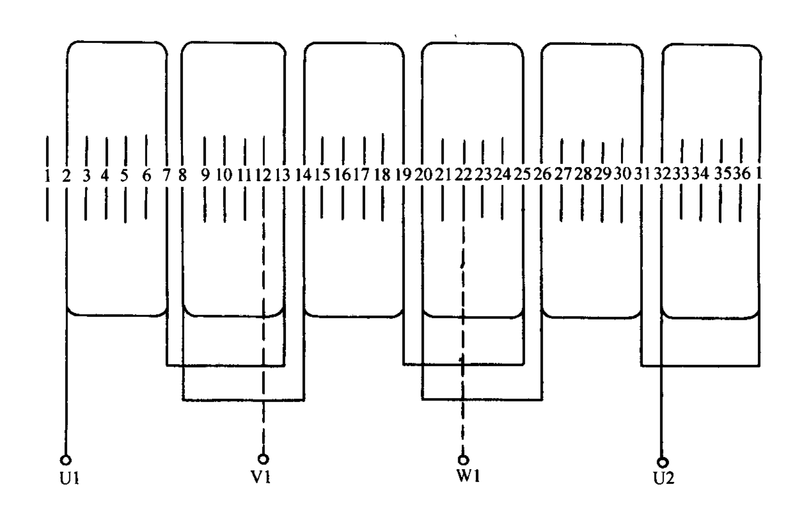


图 1-14　电动机绕组接线图

单层链式绕组，6 极，每组 2 个线圈，节距 y=1—6，1 丫联结，q=2

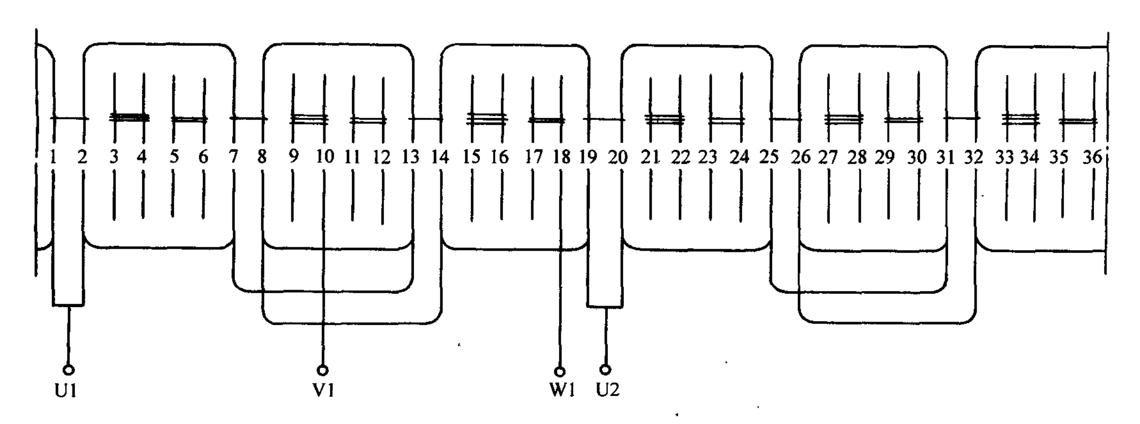


图 1-15 电动机绕组接线图

单层链式绕组，6 极，2 丫联结，节距 y = 1—6，绕组共 6 组线圈，每组 3 个线圈，q = 2

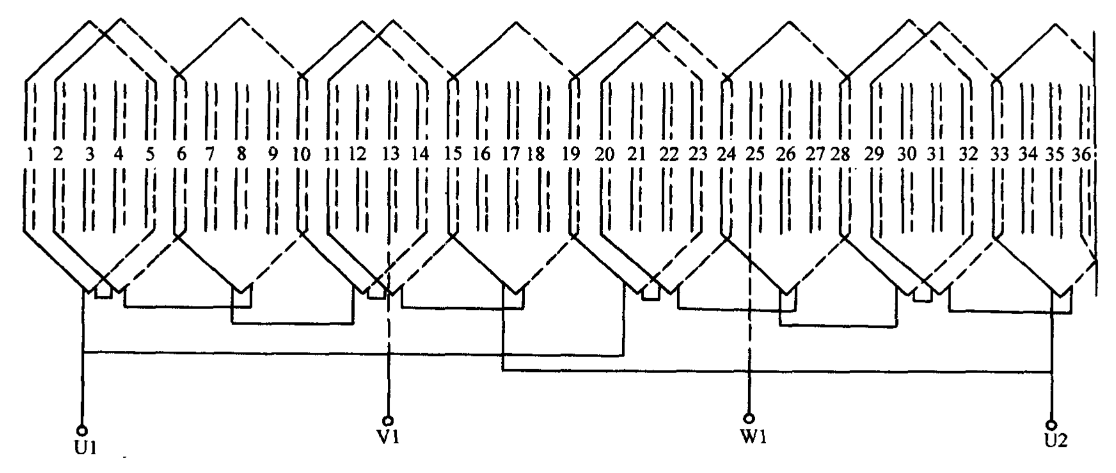


图 1-16 电动机绕组接线图

双层叠绕组，8 极，2 个线圈与 1 个线圈各 12 线圈组，2 丫联结，

节距 y = 1—5，$q = 1\frac{1}{2}$，嵌线时，按 2、1、2、1 循环

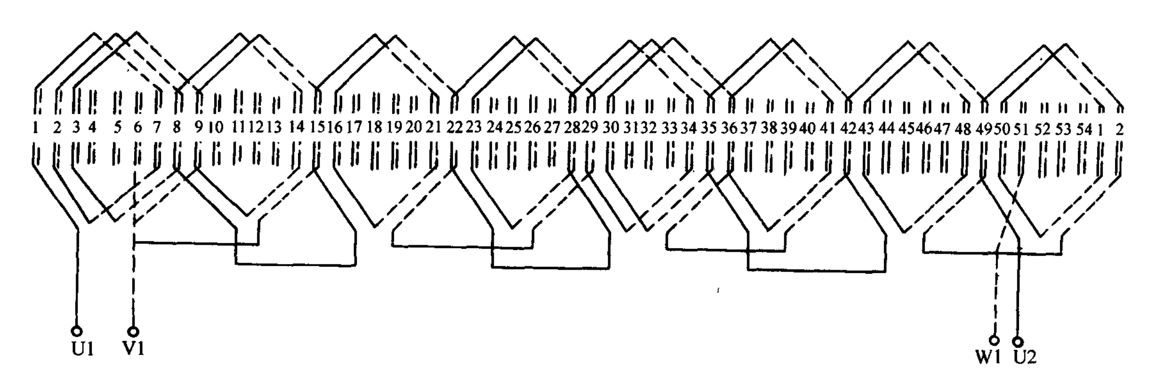


图 1-17 电动机绕组接线图

双层叠绕组，8 极，3 个线圈 6 组，2 个线圈 18 组，节距 y = 1—7，1 丫联结，$q = 2\frac{1}{4}$，嵌线时按 3222，3222 循环

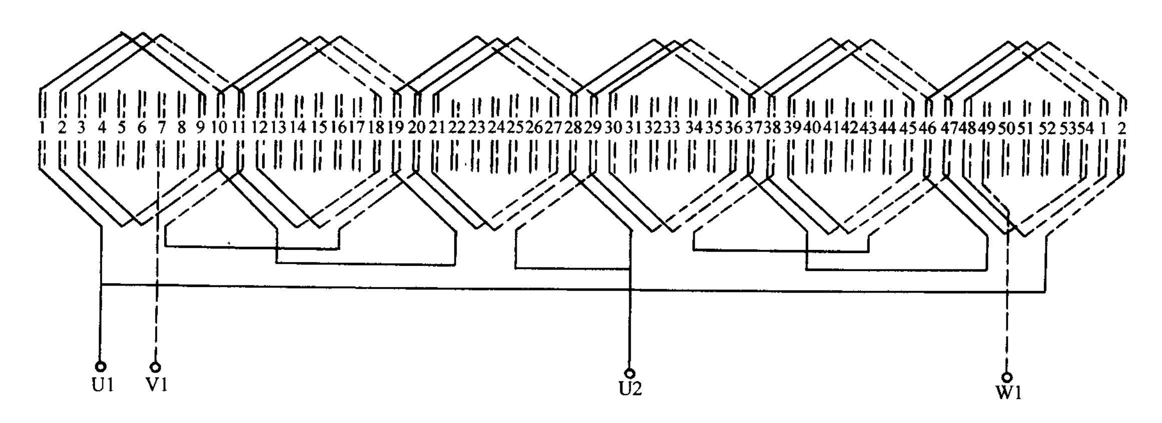


图 1-18　电动机绕组接线图

双层叠绕组，6 极，2 丫联结，q = 3，节距 y = 1—9

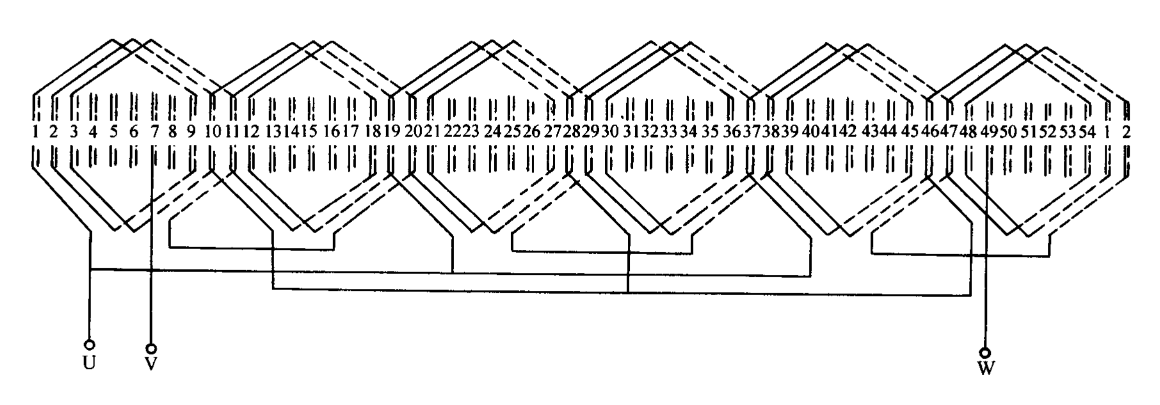


图 1-19　电动机绕组接线图

双层叠绕组，6 极，3 丫联结，节距 y = 1—9 或 1—8，q = 3

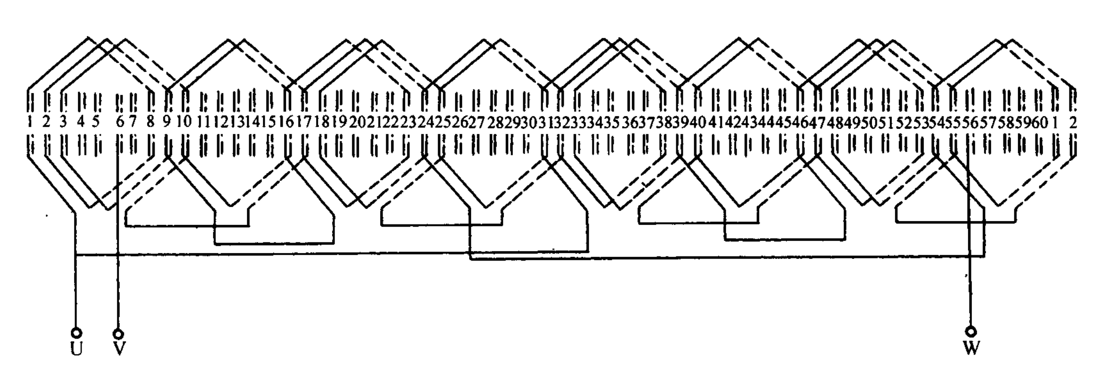


图 1-20　电动机绕组接线图

双层叠绕组，8 极，2 丫联结，y = 1—8，2 个线圈与 3 个线圈各 12 组，

嵌线顺序按 3、2、3、2 循环，$q = 2\frac{1}{2}$

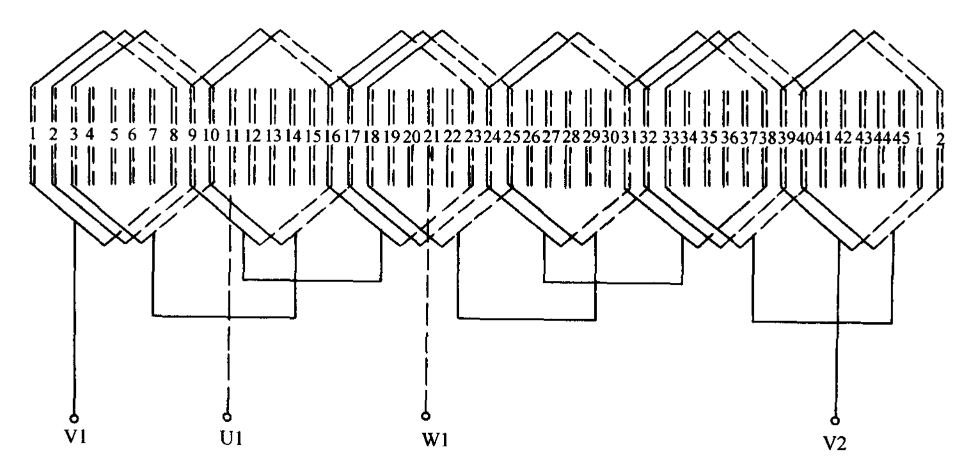


图 1-21　电动机绕组接线图

双层叠绕组，6 极，3 个线圈与 2 个线圈各 9 个线圈组，1 丫联结，

$q=2\frac{1}{2}$，嵌线顺序按 3、2、3、2 循环

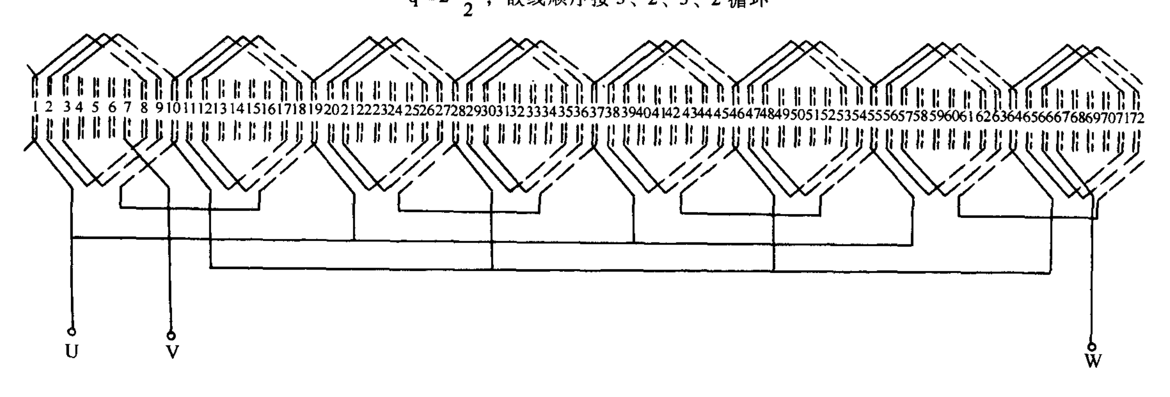


图 1-22　电动机绕组接线图

双层叠绕组，8 极，4 丫联结，节距 y = 1—8 或 1—9，q = 3

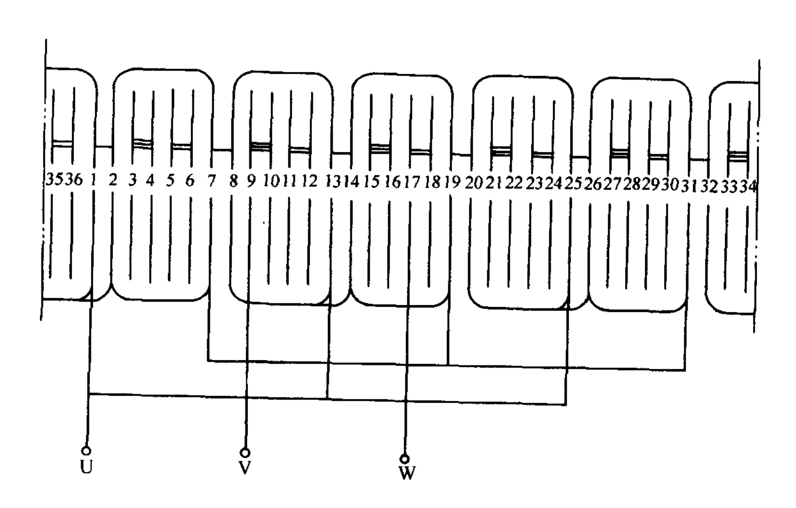


图 1-23　电动机绕组接线图

单层链式绕组，6 极，3 丫联结，绕组共 9 组，

每组 2 个线圈，节距 y = 1—6，q = 2

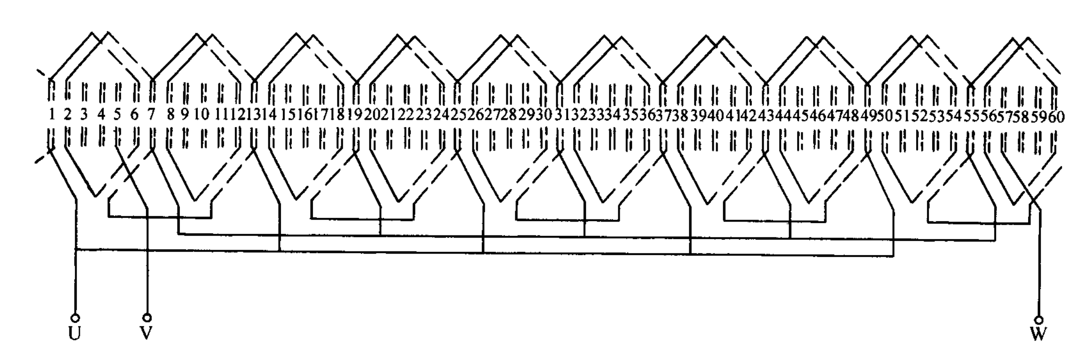


图 1-24　电动机绕组接线图

双层叠绕组，10 极，5 丫联结，节距 y = 1—6，q = 2

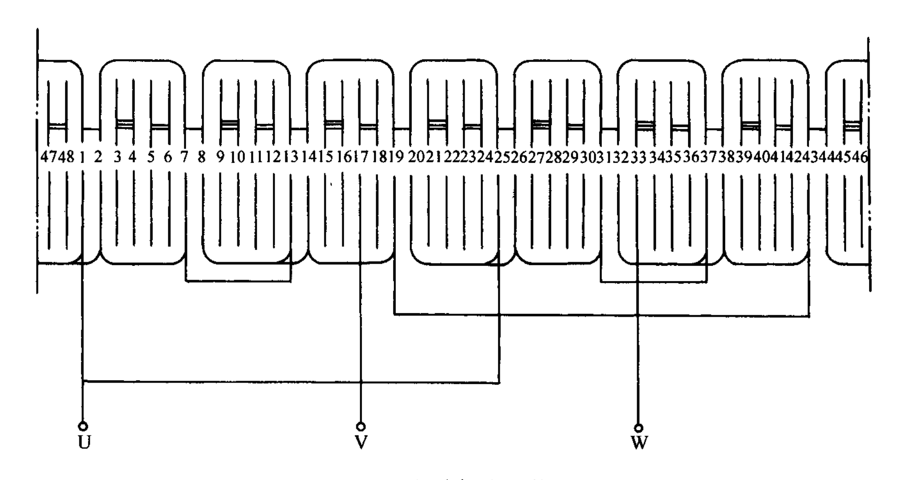


图 1-25　电动机绕组接线图

单层链式绕组，8 极，2 丫联结，节距 y = 1—6，q = 2

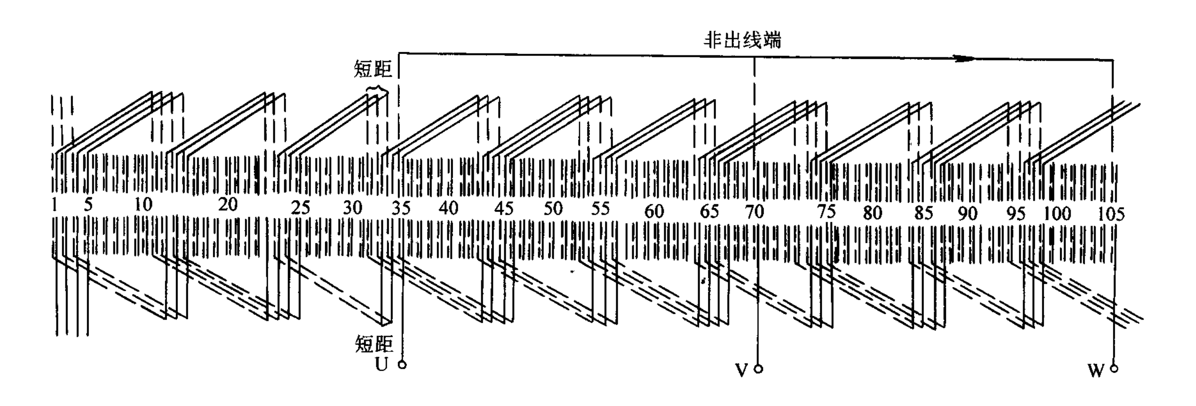


图 1-26　电动机绕组接线图

双层波绕组，10 极，1. 出线方法：上层线自非出线端穿线　下层线自出线端穿线

2. 节距：出线端：1～11，93 根　1～10，9 根　非出线端：1～12，96 根　1～11，6 根

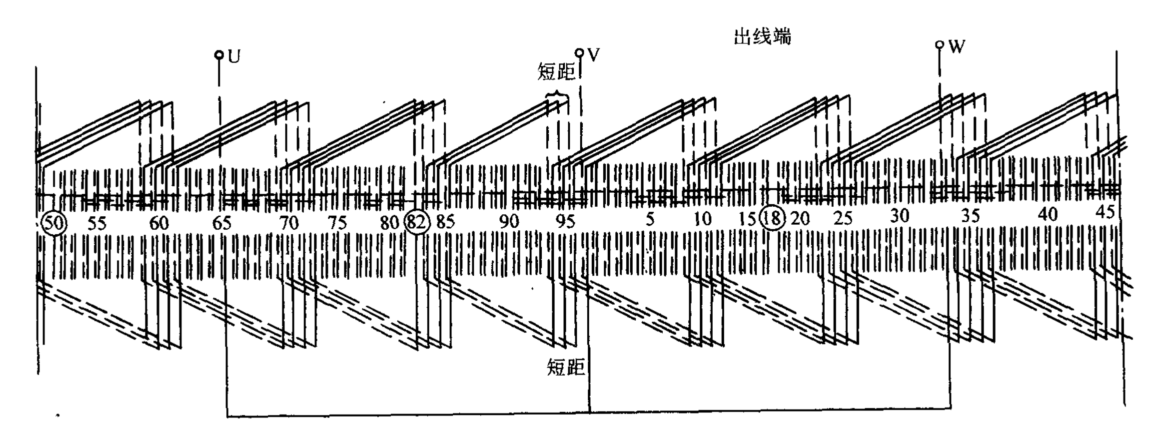


图 1-27　电动机绕组接线图

双层波绕组，8 极，1. 出线方法：下层线自非出线端穿线　上层线自出线端穿线

2. 节距：1～13，162 根　1～12，18 根　3. 换层线：18，50，82

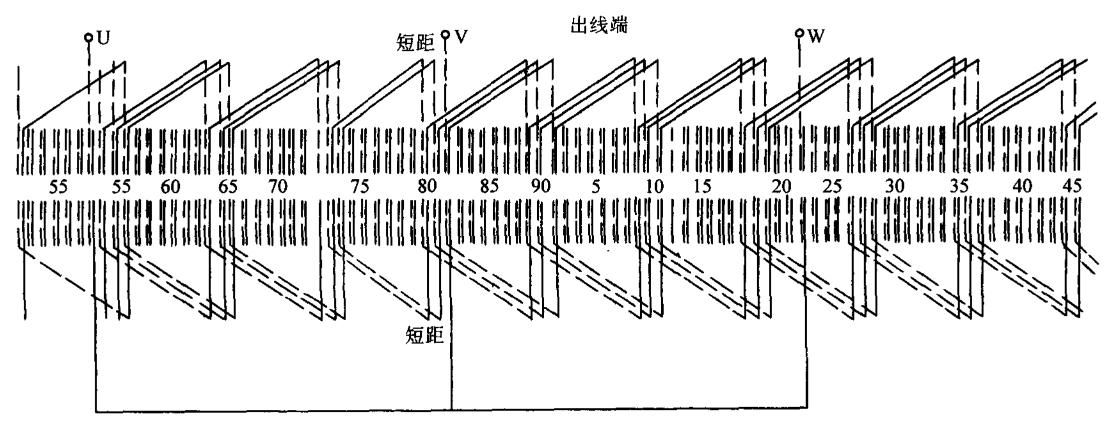


图 1-28　电动机绕组接线图

双层波绕组，10 极，1. 穿线方法：下层线自非出线端穿线　上层线自出线端穿线

2. 节距：1～10，162 根　1～9，12 根　3. 换层线：11，41，71

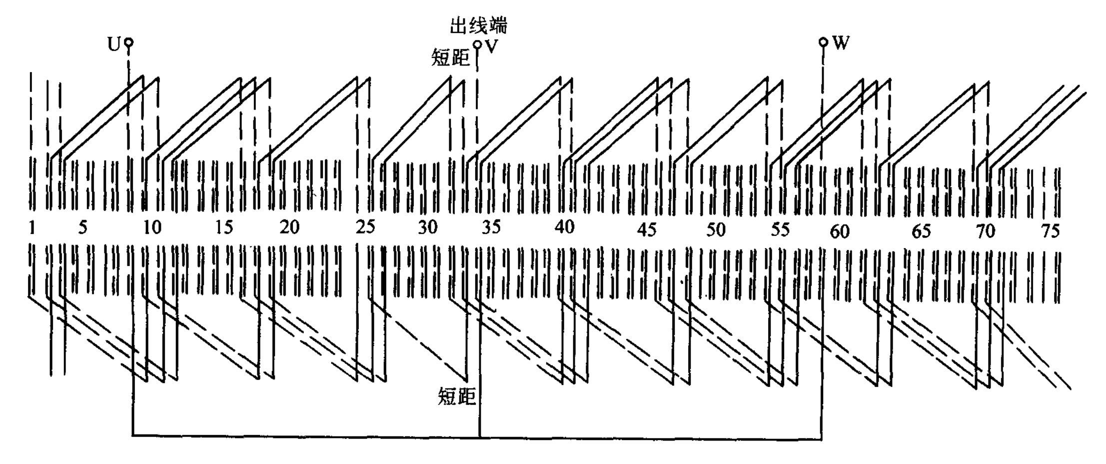


图 1-29　电动机绕组接线图

双层波绕组，10 极，1. 出线方法：下层线自出线端穿线　上层线自非出线端穿线

2. 节距：出线端：1～8，66 根　1～7，6 根　非出线端：1～9，69 根　1～8，3 根

第五节　故障诊断与修理

一、JZ、JZ2、YZ、YZ2 系列电动机故障与修理

起重及冶金用笼型电动机典型结构为 YZ，其结构如图 1-30 所示。其技术数据见表 1-4。JZ2、JZH2 电动机技术数据见表 1-5。因 YZ 为 Y 系列派生产品，其结构相同，故其故障原因及修理略。

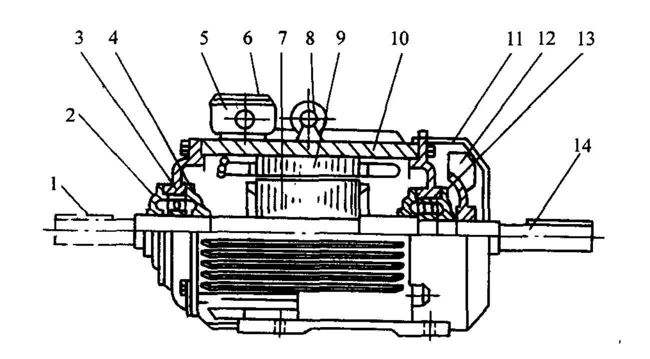


图 1-30　YZ 电动机结构图

1—键　2—轴承外盖　3—端盖　4—轴承内盖　5—接线盒
6—接线盒盖　7—转子　8—吊环　9—定子　10—机座
11—风罩　12—风扇　13—轴承　14—转轴

表 1-4　YZ 系列冶金及起重电动机技术数据

型　号	S2						S3					
							6 次/h					
	30min			60min			15%			25%		
	P	I_1	*n*	*P*	I_1	*n*	*P*	I_1	*n*	*P*	I_1	*n*
1000r/min												
YZ112M	1.8	4.9	892	1.5	4.25	920	2.2	6.5	810	1.8	4.9	892
YZ132M1	2.5	6.5	920	2.2	5.9	935	3	7.5	804	2.5	6.5	920
YZ132M2	4.0	9.2	915	3.7	8.8	912	5	11.6	890	4	9.2	915
YZ160M1	6.3	14.1	922	5.5	12.5	933	7.5	16.8	903	6.3	14.1	922
YZ160M2	8.5	18	943	7.5	15.9	948	11	25.4	926	8.5	18	943
YZ160L	15	32	920	11	24.6	953	15	32	920	13	28.7	936
750r/min												
YZ160L	9	21.1	694	7.5	18	705	11	27.4	675	9	21.1	694
YZ180L	13	30	675	11	25.8	694	15	35.3	654	13	30	675
YZ200L	18.5	40	697	15	33.1	710	22	47.5	686	18.5	40	697
YZ225M	26	53.5	701	22	45.8	712	33	69	687	26	53.5	701
YZ250M1	35	74	681	30	63.3	694	42	89	663	35	74	681

（续）

型号	S3 6次/h 40%								S3 6次/h 60%			S3 6次/h 100%			质量/kg
	P	I_1	n	$\frac{T_{max}}{T_N}$	$\frac{T_{st}}{T_N}$	$\frac{I_{st}}{I_1}$	$\eta(\%)$	$\cos\varphi$	P	I_1	n	P	I_1	n	
1000r/min															
YZ112M	1.5	4.25	920	2.7	2.44	4.47	69.5	0.75	1.1	2.7	946	0.8	3.5	980	58
YZ132M1	2.2	5.9	935	2.9	3.1	5.16	74	0.76	1.8	5.3	950	1.5	4.9	960	80
YZ132M2	3.7	8.8	912	2.8	3	5.54	78	0.79	3	7.5	940	2.8	7.2	945	91.5
YZ160M1	5.5	12.5	933	2.7	2.5	4.9	80	0.82	5	11.5	940	4	10	953	118.5
YZ160M2	7.5	15.9	948	2.9	2.4	5.52	81	0.83	6.3	14.2	956	5.5	13	961	131.5
YZ160L	11	24.6	953	2.9	2.7	6.17	83	0.84	9	20.6	964	7.5	18.8	972	152
750r/min															
YZ160L	7.5	18	705	2.7	2.5	5.1	80	0.76	6	15.6	717	5	14.2	724	152
YZ180L	11	25.8	694	2.5	2.6	4.9	81	0.79	9	21.5	710	7.5	19.2	718	205
YZ200L	15	33.1	710	2.8	2.7	6.1	82.5	0.8	13	28.1	714	11	26	720	276
YZ225M	22	45.8	712	2.9	2.9	6.2	84	0.82	18.5	40	718	17	37.5	720	347
YZ250M1	30	63.3	694	2.54	2.7	5.47	85	0.84	26	56	702	22	45	717	462

注：P—功率（kW）；I_1—定子电流（A）；n—转速（r/min）。

表 1-5　JZ2、JZH2 电动机技术数据

机座号	额定功率/kW			转速/(r/min)		功率因数			效率(%)			定子电流/A			起动电流/额定电流 FC25%	飞轮转矩/(kg·m²)	电动机总重/kg
	FC25%	FC40%	FC60%	同步	最大	FC25%	FC40%	FC60%	FC25%	FC40%	FC60%	FC25%	FC40%	FC60%			
11	2.2	1.8	1.5	1000	2500	0.70	0.61	0.55	69.5	69.5	68	6.8	6.43	6.07	4	0.0874	49
12	3.5	2.5	2	1000	2500	0.74	0.66	0.60	73	73	73	9.95	7.85	6.93	4.3	0.130	64
21	5	4.2	3.4	1000	2500	0.74	0.66	0.62	73.5	74	73	14.0	13	11.4	4.9	0.212	80
22	7.5	6.3	5	1000	2500	0.76	0.70	0.62	80.5	81	80.5	18.8	16.8	15.2	5.6	0.298	100
31	11	8.8	7	1000	2500	0.80	0.76	0.68	80	81	82	26	21.7	19	5.6	0.571	135
31	7.5	6.3	5	750	1900	0.70	0.65	0.58	79	79	79	20.5	18.6	16.6	4.9	0.571	135
41	11	8.8	7	750	1900	0.71	0.66	0.60	79	79	79	29.7	25.6	22.3	5.3	1.150	176
42	16	13	10.5	750	1900	0.72	0.67	0.60	81	81	80	41.7	36.2	33.2	6.7	1.632	220
51	22	17.5	14.5	750	1900	0.77	0.73	0.65	86	87	87.5	50	42	37	6.9	2.48	292
52	30	23.5	19	750	1900	0.79	0.70	0.63	85	85	85	66	60	54	7.5	3.22	351

二、JZR、JZR2、YZR、YZR2 系列电动机故障与修理

（一）技术数据

起重及冶金用绕线转子三相异步电动机 JZR2 系列工作制为 S3，其基准负载持续率为 25%，其电机技术数据见表 1-6。

YZR 系列电动机基准工作制为 S3，负载持续率 40%，其电机技术数据见表 1-7，其结构见图 1-31 和图 1-32。

YZR2 系列电动机基准工作制为 S3，负载持续率为 40%，其电机技术数据见表 1-8。

表 1-6　JZR2 电动机技术数据

机座号	额定功率/kW			转速/(r/min)		功率因数			效率(%)			定子电流/A			转子开路电压/V	转子电流 FC25% /A	飞轮转矩/(kg·m²)	电动机总重/kg
	FC 25%	FC 40%	FC 60%	同步	最大	FC 25%	FC 40%	FC 60%	FC 25%	FC 40%	FC 60%	FC 25%	FC 40%	FC 60%				
11	2.2	1.8	1.5	1000	2500	0.73	0.66	0.6	70	69	70	6.5	6	5.4	136	12	0.10	72
12	3.5	2.5	2	1000	2500	0.73	0.63	0.55	72	71.5	72	10.1	8.7	7.65	206	12	0.144	80
21	5	4.2	3.4	1000	2500	0.75	0.66	0.59	73	72	70	13.8	12.6	11.4	192	18	0.225	98
22	7.5	6.3	5	1000	2500	0.77	0.72	0.64	79	82.5	82	18.6	16	14.4	266	19	0.308	118
31	11	8.8	7	1000	2500	0.78	0.75	0.67	82	80	80	26.1	22.1	19.8	225	32	0.615	155
32	7.5	6.3	5	750	1900	0.69	0.65	0.52	80	76.5	76	21	19.2	19.2	186	27	0.615	155
41	11	8.8	7	750	1900	0.70	0.64	0.56	79	78	77.5	30.1	26.7	24.4	156	50	1.242	215
42	16	13	10.5	750	1900	0.70	0.62	0.56	82	82	81.5	42.1	38.7	34.8	215	49	1.717	250
51	22	17.5	14.5	750	1900	0.77	0.74	0.67	85	86	86	50	41.7	38.2	220	64	2.64	340
52	30	23.5	19	750	1900	0.75	0.67	0.59	87	83	86.5	70	64	56.5	285	67	3.38	390
61	30	24	20	600	1500	0.71	0.65	0.59	86.8	85	85	74.2	65.3	58	144	133	9.34	605
62	45	36	30	600	1500	0.73	0.67	0.59	88.7	86	87	106	95	88.5	197	147	10.62	688
63	60	48	40	600	1500	0.75	0.72	0.62	89	89	88	135.5	113.5	111.5	253	253	14.89	840
71	80	63	52	600	1500	0.77	0.70	0.68	87	87	87	180	157	133.5	282	176	33.94	1190
72	100	80	65	600	1500	0.79	0.78	0.69	89	89	89	218	175	160	355	177	41.76	1380
73	125	100	86	600	1500	0.81	0.76	0.72	89	89	89	266	214	203	452	168	52.4	1450
74	160	125	105	600	1500	0.82	0.77	0.72	89	88	88	330	278	250	526	188		1750
82	250	200	160	600	1500	0.74	0.69	0.62	89.8	89	88.7	568	492	440	596	240		3150

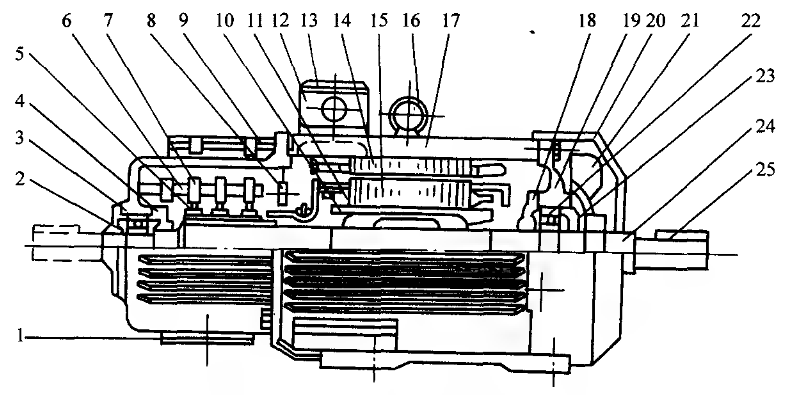


图 1-31　YZR280～400 结构图

1—排尘孔盖　2—轴承外盖　3—前端盖　4—轴承内盖　5—集电环　6—刷杆　7—刷握　8—挡尘板　9—观察窗盖　10—转子支架　11—转子压圈　12—接线盒　13—接线盒座　14—定子　15—转子　16—吊环　17—机座　18—轴承内盖　19—端盖　20—风罩　21—风扇　22—轴承　23—轴承外盖　24—转轴　25—键

表 1-7　YZR 系列冶金及起重电动机技术数据

型号	S2								S3 6 次/h																		
	30min				60min				15%				25%				40%							60%			
	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	I_0	n	η(%)	$\cos\phi$	P	I_1	I_2	n
1000r/min																											
YZR112M	1.8	5.3	13.4	815	1.5	4.63	12.5	866	2.2	6.6	18.4	725	1.8	5.3	13.4	815	1.5	4.63	12.5	3.37	866	65	0.77	1.1	3.8	7.32	912
YZR132M1	2.5	6.5	12.9	892	2.2	6.05	12.6	908	3	8	16.1	855	2.5	6.5	12	892	2.2	6.05	12.6	4.04	908	70	0.77	1.8	5.4	8.96	924
YZR132M2	4	9.7	14.2	900	3.7	9.2	14.5	908	5	12.3	18.2	875	4	9.7	14.2	900	3.7	9.2	14.5	5.58	908	75.5	0.78	3	7.9	10.2	937
YZR160M1	6.3	16.4	29.4	921	5.5	15	25.7	930	7.5	18.5	35.4	910	6.3	16.4	29.4	921	5.5	15	25.7	7.95	930	75.5	0.78	5	14	22.9	935
YZR160M2	8.5	19.6	29.8	930	7.5	18	26.5	940	11	24.6	39.6	908	8.5	19.6	29.8	930	7.5	18	26.5	11.2	940	79	0.8	6.3	16	21.7	949
YZR160L	13	28.6	31.6	942	11	24.5	27.6	957	15	34.7	39	920	13	28.6	31.6	942	11	24.9	27.6	13	945	82	0.8	9	21	22.3	952
YZR180L	17	36.7	49.8	955	15	33.8	46.5	962	20	42.6	58.7	946	17	36.7	49.8	955	15	33.8	46.5	18.8	962	84	0.81	13	29.7	37.3	968
YZR200L	26	56.1	82.4	956	22	49.1	69.9	964	33	62	68	942	26	56.1	82.4	956	22	49.1	69.9	26.6	964	86	0.8	19	44.5	60.5	969
YZR225M	34	70	85	957	30	62	74.4	962	40	80	101	947	34	70	85	957	30	62	74.4	29.9	962	88	0.82	26	55	64.5	968
YZR250M1	42	80	103	960	37	70.5	91.5	965	50	99	123	950	42	80	103	960	37	70.5	91.5	26.5	960	89	0.89	32	61	79	970
YZR250M2	52	97	110	958	45	84.5	95	965	63	121	134	947	52	97	110	958	45	84.5	95	28.2	965	90.5	0.89	39	73	83	969
YZR280S	63	118	142	966	55	101.5	129.8	969	75	144	169.5	960	63	118	142	966	55	101.5	119.8	34	969	91	0.9	48	88	107.1	972
YZR280M	85	157	140	966	75	139	124	970	100	185	166	960	85	157	140	966	75	138	122.6	50	969	91	0.9	63	118	104	975
750r/min																											
YZR160L	9	22.4	28.1	694	7.5	19.1	23	705	11	27.5	35.3	676	9	22.4	28.1	694	7.5	19.1	23	12.7	705	78.5	0.72	6	16.4	18.2	712
YZR180L	13	29.1	47.8	700	11	27	44	700	15	34	56	690	13	29.1	47.8	700	11	27	44	14.8	700	81	0.77	9	21.9	32.1	720
YZR200L	18.5	40	67.2	701	15	33.5	53.5	712	22	48	81	690	18.5	40	67.2	701	15	33.5	53.5	17.75	712	85	0.78	13	30	46	718
YZR225M	26	55	71.2	708	22	46.9	59.1	715	33	70	92	696	26	55	71.2	708	22	46.9	59.1	24.17	715	86	0.79	18.5	41	49.5	721

（续）

型号	S2								S3																		
									6 次/h																		
	30min				60min				15%				25%				40%							60%			
	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	I_0	n	$\eta(\%)$	$\cos\phi$	P	I_1	I_2	n
750r/min																											
YZR250M1	35	64	80	715	30	63.4	67.7	720	42	75	97.5	710	35	64	80	715	30	63.4	68.8	31.4	720	87	0.8	26	52	59.1	725
YZR250M2	42	86	79	716	37	78	70	720	52	103	98	706	42	86	79	716	37	78.1	70	36.9	720	88	0.82	32	68	60	725
YZR280S	52	108	106	712	45	93.5	94	723	60	120	126	713	51	106	108	718	45	93.5	94	48.5	723	89	0.81	38	82	80	728
YZR280M	63	126	110	722	55	110.5	92.5	725	75	150	132	715	63	126	110	722	55	110.5	92.5	52.3	725	89	0.84	48	103	82.8	730
YZR315S	85	164.8	177.8	722	75	146.7	156.7	725	100	200	162	715	85	164.8	177.8	722	75	146.7	156.7	62	725	89	0.85	63	126.4	130.7	729
YZR315M	100	190	183.5	715	90	172	160.9	720	125	250	232	717	100	190	183.5	715	90	172	160.9	57.7	720	90	0.87	75	140	136	725
600r/min																											
YZR280S	42	92	177.1	571	37	84.8	153.2	560	55	112	235.2	564	42	92	177.1	571	37	84.8	153.2	44.2	572	86	0.76	32	77	133.4	578
YZR280M	55	127	207	556	45	103.8	165	560	63	146	241	548	55	127	207	556	45	103.8	165	63.6	560	86	0.77	37	90	136	569
YZR315S	63	132	161.9	580	55	118.3	138.7	580	75	154	194	574	63	132.5	161.9	580	55	118.3	138.7	62.5	580	88.5	0.79	48	106.6	122	585
YZR315M	85	179	171	576	75	160	149.3	579	100	210	203	570	85	179	171	576	75	160	149.3	85.3	579	89	0.79	63	140	124.8	584
YZR355M	110	218	207	581	90	180	166.6	585	132	266	252	576	110	218	207	581	90	180	166.6	83	589	90	0.81	75	154	140	588
YZR355L1	132	257	213	576	110	217	172	582	160	314	261	571	132	275	213	578	110	217	172	90	582	91	0.82	90	181	143	585
YZR355L2	150	275	194	588	132	262	167.5	588	185	353	241	585	150	293	194	588	132	262	167.5	126	588	92	0.82	110	226	141.8	591
YZR400L1	190	390	290	585	160	338	244	587	236	472	370	582	185	383	286	584	160	338	244	175	587	91.5	0.79	132	292	204	589
YZR400L2	240	490	302	585	200	427	252	588	270	540	340	582	220	462	277	586	200	427	252	213	588	92.2	0.77	160	362	202	590

型号	S3												S4 及 S5															
	6 次/h				150 次/h												300 次/h								600 次/h			
	100%				25%				40%				60%				40%				60%				60%			
	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n
1000r/min																												
YZR112M	0.8	3.5	5.16	940	1.6	4.75	11.3	845	1.3	4.2	8.85	890	1	3.75	6.57	920	1.2	4	8	900	0.9	3.7	5.87	930	0.7	3.4	4.46	946
YZR132M1	1.5	5	7.3	940	2.2	6	11.2	908	2	5.7	10	913	1.7	5.3	8.4	931	1.8	5.4	8.95	926	1.6	5.1	7.87	936	1.35	4.9	6.8	945
YZR132M2	2.5	7.5	8.4	950	3.7	9.7	13.1	915	3.5	9.2	11.2	925	2.8	8.5	9.65	940	3.3	9.4	11.9	925	2.7	8.5	9.65	940	2.3	6	7.5	950
YZR160M1	4	12.5	18.2	944	5.8	15.5	27.3	927	5	14.1	23.4	935	4.8	13.8	22.7	937	4.8	14.1	23.4	935	4.5	13.8	22.4	937	3.8	12.2	17.5	946
YZR160M2	5.5	15	18.8	956	7.5	18	27.6	940	7	17.1	25.6	945	6	15.6	21.8	954	6	15.6	21.8	954	5.5	14.8	19.8	959	4	13	14.2	970
YZR160L	7.5	18.8	18.5	970	11	28.3	27.8	950	10	23	25	957	8	19.5	19.8	969	9	19.5	19.8	969	7.5	18.7	18.5	971	6	16.7	14.2	978
YZR180L	11	25.5	31.4	975	15	33	43.7	960	13	29.5	37.7	965	12	28	34.6	969	12	28	34.6	969	11	26.6	31.7	972	9	23.6	22.9	978
YZR200L	17	40.5	52.6	973	21	47	55.4	965	18.5	42.5	48.5	970	17	40.5	53.8	973	17	40.5	52.6	973	15	37	40	975	11	31.5	28.5	981
YZR225M	22	50	54.2	975	28	58	70	965	25	53	62.2	969	22	50	54.5	973	22	50	54.5	973	20	46	49.4	977	15	39	36.8	982
YZR250M1	28	55	69	975	33	63	82.6	970	30	58	74.9	973	28	54	69.8	975	26	52	64.6	977	25	50	62.1	978	17.5	39	43.2	984
YZR250M2	33	64	71	974	42	78	90.5	967	37	70	79.3	971	33	63	70.5	975	31	60	66.1	976	30	58	63.9	977	24	49	50.9	981
YZR280S	40	76	88.9	976	52	95	116	970	45	83	100	974	42	80	93.6	975	40	76	89	977	37	71	82.2	978	30	64	66.5	980
YZR280M	50	96.3	82	980	70	130	115	972	62	114	102	975	55	90	104	975	52	98	85.5	979	47	92	77	981	37	78	61	982
750r/min																												
YZR160L	5	14	15	724	7.5	19	22.8	712	7	18.1	21.2	716	5.8	16.4	17.3	724	6	16.7	18	722	5	15.5	14.9	727	3.8	13.7	11.2	732
YZR180L	7.5	19.6	26.6	726	11	25.4	40.6	711	10	23.5	36.6	717	8	20.5	28.8	728	8	20.5	28.8	728	7.5	19.7	26.9	729	5.8	17.8	20.6	736
YZR200L	11	27	38.7	723	15	34	54.1	713	13	30	46.6	718	12	28.2	43	720	12	28.2	43	720	11	27	39.1	724	9	23	28.1	731
YZR225M	17	38	45	723	21	45	56.8	718	18.5	41	49.7	721	17	38	45.6	724	17	38	45.6	724	15	35.1	40	727	11	31	29.1	733

(续)

型号	S3												S4 及 S5															
	6 次/h				150 次/h												300 次/h								600 次/h			
	100%				25%				40%				60%				40%				60%				60%			
	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n	P	I_1	I_2	n
750r/min																												
YZR250M1	22	46	49.7	729	29	61.5	68.5	700	25	54	58.7	705	22	49	51.9	712	22	49	51.9	712	20	46	46.2	716	15	39	34.2	725
YZR250M2	27	60	51	729	33	70	62.5	725	30	64	56.6	727	28	61	52.8	728	62	58	48.9	730	25	57	47	731	18.5	45	34.4	736
YZR280S	34	75	70.5	729	42	91	85.5	719	37	83	75.6	722	33	76.2	67	726	31	74	63	728	30	72	61.5	732	24	64	49.1	733
YZR280M	40	93	68.7	732	52	104	90.2	727	45	93	77.7	730	42	89	72.4	732	42	89	72.4	732	37	83	63.5	735	30	73	51.4	737
YZR315S	55	105.4	104.3	734	64	118	132.7	731	60	110.5	124.2	733	56	106	115.8	733	52	100	107	735	48	94	98.8	736	35	80	71.7	740
YZR315M	63	124	113.8	728	75	142	136	725	72	136	130.7	725	65	126	117.6	727	60	120	108	729	55	116	99	729	41	100	73.7	732
600r/min																												
YZR280S	27	69	111.8	582	33	78.7	141.8	578	30	74	125	579	28	71	116	580	26	68	108	582	25	66	103	583	17	56	69.8	588
YZR280M	33	89.6	118	587	42	98.7	154	575	37	90	136	570	33	84	118	573	31	82	110	574	28	78.5	98	577	22	72.5	75	582
YZR315S	40	95.2	101	588	50	110	128.4	583	45	100	115.3	585	42	96	107.4	586	40	94	102.2	587	37	90	94.5	587	30	84	76.3	589
YZR315M	50	125	98.5	587	65	144	129	584	63	136	119	585	55	130	109	586	53	126	98.7	587	48	124	94.7	588	37	114	73	589
YZR355M	63	136	117	589	80	160.5	149.7	587	72	156	134.5	588	65	140	121	589	60	130	112	590	55	124	102.4	590	41	104	76.19	591
YZR355L1	75	157	119	588	100	185	157	586	90	170	142	588	80	155	126.5	589	75	150	119	590	70	145	111	591	50	120	78.4	594
YZR355L2	90	191	115.6	592	120	250	149.8	588	110	23	137.5	589	95	210	122.7	591	90	205	116.2	591	80	190	130.2	592	60	165	77.1	594
YZR400L1	110	262	171	591	145	314	223	588	132	290	199	589	120	278	180	590	110	260	168	591	96	247	148	592	75	220	114	594
YZR400L2	145	332	183	592	185	396	238	590	165	365	262	589	150	342	195	592	140	324	180	592	120	298	155	592	95	265	122	594

注：P—功率(kW)；I_1—定子电流(A)；I_2—转子电流(A)；n—转速(r/min)。

表 1-8　YZR2 系列电动机技术数据表

机座号	1500r/min						1000r/min						750r/min						600r/min					
	功率/kW				U_2/V	J/(kg·m²)	功率/kW				U_2/V	J/(kg·m²)	功率/kW				U_2/V	J/(kg·m²)	功率/kW				U_2/V	J/(kg·m²)
	25%	40%	60%	100%			25%	40%	60%	100%			25%	40%	60%	100%			25%	40%	60%	100%		
100L	2.5	2.2	1.9	1.6	85	0.012																		
112M1	3.3	3.0	2.6	2.0	110	0.025	1.7	1.5	1.3	1.1	100	0.023												
112M2	4.5	4.0	3.5	3.0	145	0.026	2.5	2.2	1.9	1.6	132	0.026												
132M1	6.3	5.5	4.8	4.0	140	0.042	3.3	3.0	2.6	2.2	110	0.045												
132M2	7.0	6.3	5.3	4.8	170	0.044	4.5	4.0	3.5	3.0	185	0.051												
160M1	8.5	7.5	6.3	5.0	180	0.11	6.3	5.5	4.8	4.0	138	0.120												
160M2	13	11	9.5	8.8	180	0.13	8.5	7.5	6.3	5.5	185	0.149												
160L	17	15	13	11	260	0.15	13	11	9.5	8.0	250	0.190	8.5	7.5	6.3	5.5	205	0.190						
180L	25	22	19	16	270	0.25	17	15	13	11	218	0.370	13	11	9.5	8.0	172	0.370						
200L	35	30	26	22	270	0.41	25	22	19	16	200	0.630	17	15	13	11	178	0.630						
225M	42	37	32	27	325	0.51	35	30	25	22	250	0.780	26	22	19	16	232	0.770						
250M1	52	45	39	33	185	0.89	42	37	32	27	250	1.41	35	30	26	22	272	1.39						
250M2	63	55	47	40	230	1.03	52	45	39	33	290	1.63	42	37	32	27	290	1.61						
280S1	70	63	53	46	230	1.85	63	55	47	40	280	2.20	52	45	39	33	305	2.30	42	37	32	27	150	3.20
280S2	85	75	63	55	240	2.00	70	63	53	46	300	2.40												
280M	100	90	75	65	310	2.20	85	75	63	55	310	2.80	63	55	47	40	310	2.80	52	45	39	33	172	3.70
315S1	125	110	92	80	290	4.20	100	90	75	65	255	5.4	70	63	53	46	250	5.40	63	55	47	40	225	6.80
315S2													85	75	63	55	285	5.80	70	63	53	46	242	7.30
315M	150	132	110	95	375	4.90	125	110	92	80	305	6.4	100	90	75	65	330	6.40	85	75	63	55	280	8.10
355M													125	110	92	80	285	14.1	100	90	75	65	310	14.2
355L1													150	132	110	95	325	15.8	125	110	92	80	365	16.4
355L2													185	160	132	115	380	17.3	150	132	110	95	435	18.0
400L1													230	200	170	145	390	22.8	185	160	132	115	395	23.6
400L1													390	250	210	180	480	25.8	230	200	170	145	460	25.2

注：M、L 后面的数字 1、2 分别代表同一机座号和转速下不同的功率。

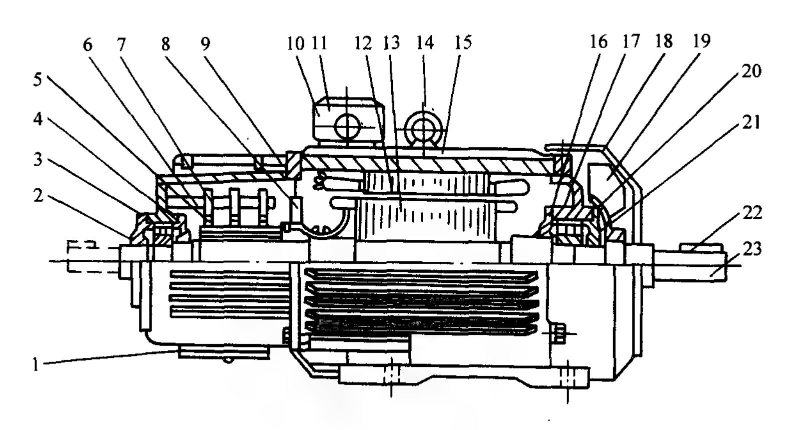


图 1-32 YZR112～250 结构图

1—排尘孔盖 2—轴承外盖 3—前端盖 4—轴承内盖 5—集电环
6—刷杆 7—刷握 8—挡尘板 9—观察窗盖 10—接线盒座
11—接线盒盖 12—定子 13—转子 14—吊环 15—机座
16—轴承内盖 17—端盖 18—风罩 19—风扇 20—轴承
21—轴承外盖 22—键 23—转轴

（二）故障诊断及修理

该类电动机由于是绕线转子，比笼型多集电环，碳刷、刷握以及转子线圈部分，所以该类电动机比笼型电动机更易出故障，其故障产生的原因与处理方法见表1-9。

表 1-9 起重及冶金用绕线转子电动机故障处理表

序号	故障现象	故障原因	处理方法
1	电机运转有异常噪声和振动	1）定、转子相擦 2）单相运转 3）转子或风扇平衡不好 4）轴承损坏或缺油 5）电动机接线有误	1）按本表序3处理 2）检查电源或定子绕组断相原因，并修复 3）拆下重做平衡 4）调换合格轴承或加足润滑油 5）重新检查接线与下线并纠正错误
2	电动机难以起动，或加上负载后转速较额定值低	1）电源电压太低或某相断路 2）定、转子相擦 3）转子绕组断路 4）电动机过载 5）定子下线或接线有误	1）调整电源电压或排除断路故障 2）按本表序号3处理 3）查找断开部位 4）调整负载 5）重新查找误接线处
3	电动机定、转子相擦	1）转轴钢度不够 2）转子线圈开焊 3）轴承损坏	1）重新换轴 2）重新焊接并修复 3）换合格轴承
4	电动机过热	1）电源电压过高或过低 2）电动机过载或起制动过于频繁 3）定、转子相擦 4）定子接线有误 5）单相运转 6）定子绕组接地或短接	1）调整电源电压 2）调整负载或使电动机额定运行 3）按序号3执行 4）检查纠正接线 5）检查电源或绕组 6）检查短路或接地部位，并修复
5	轴承过热	1）轴承损坏严重 2）电机与负载联接不好 3）轴承润滑脂过多，过少或者润滑脂不适合当地气候 4）轴承内套与轴，轴承外套与轴承室之间配合不合理	1）更换合格轴承 2）重新校正 3）更新润滑脂 4）将轴承拆下，修理轴承室内圆或轴的轴承台外圆

（续）

序号	故障现象	故障原因	处理方法
6	集电环外圆烧伤	1）碳刷与集电环接触面小 2）集电环外表面粗糙度不符 3）电刷弹簧压力不够 4）电刷磨损严重导致弹簧压力不足	1）重新对碳刷磨弧 2）对集电环外表面重新加工 3）更换新弹簧 4）更换新碳刷

其它修理方法见本章第七节。

三、YBZE、YZDE、YBZSE、YZE、YZRE 系列电动机故障与修理

（一）常见故障及处理方法

表 1-10　YBZE、YZDE、YBZSE、YZE、YZRE 电动机故障及处理表

序号	故障现象	故障原因	处理方法
1	电动机制动不可靠	1）制动弹簧压力不够 2）制动片上有油污 3）电动机超载 4）制动片松脱 5）制动器电源未断 6）弹簧压缩长度未达到规定要求	1）换一些压力大的弹簧 2）拆下清除干净 3）调整负载 4）用环氧胶粘牢 5）断开制动器电源 6）调整压缩弹簧螺母，使之达到要求

（续）

序号	故障现象	故障原因	处理方法
2	电动机运转时有噪声	1）制动片脱落 2）制动器电源断相	1）将制动片粘牢 2）检查线圈及整流器
3	电动机不运转	1）制动器间隙过大 2）弹簧压力过大或者弹簧压至极限状态 3）制动器未通电	1）调整制动间隙 2）调小弹簧压力，或调换弹簧(但必须保证制动力矩) 3）检查整流器是否完好，是否断相
4	电动机制动时间过长	1）制动间隙过大 2）整流器损坏	1）调整制动片间隙 2）调换整流器

起重及冶金用带电磁制动器电动机使用特点是起动、制动非常频繁，其基准工作制为 S4—40%，该类电动机在运行时所产生的故障是多种多样的，概括起来可分为电磁故障和机械故障，但本节只介绍制动器及其相关连部分。该类电动机常见的故障及处理方法见表 1-10。

（二）电动机技术数据

YBZE 电动机与 YBZSE 电动机技术数据见表 1-11，表 1-12，其结构图见图 1-1。

YZE 系列电动机技术数据见表 1-13，YZRE 系列电动机技术数据见表 1-14。

表 1-11　YBZE 系列电动机技术数据表

机座号	同步转速							
	1500r/min		1000r/min		750r/min		额定静态制动力矩/(N·m)	
	功率/kW	J_m/(kg·m²)	功率/kW	J_m/(kg·m²)	功率/kW	J_m/(kg·m²)	运行用	起升用
112M1	0.75	0.021					5.5	
112M2	1.5	0.022					10	
112M3	2.2	0.023	1.5	0.023			15	30
132M1	3.7	0.059	2.2	0.059			30	45
132M2	5.5	0.064	3.7	0.064			40	75
160M1	7.5	0.117	5.5	0.117			50	110
160M2	11	0.148	7.5	0.148			75	150

（续）

机座号	同步转速							
	1500r/min		1000r/min		750r/min		额定静态制动力矩/(N·m)	
	功率/kW	J_m/(kg·m²)	功率/kW	J_m/(kg·m²)	功率/kW	J_m/(kg·m²)	运行用	起升用
160L	15	0.198	11	0.198	7.5	0.198	90	220
180L			15	0.36	11	0.36	150	300
200L			22	0.637	15	0.632	220	440
225M			30	0.832	22	0.832	300	600
250			37	1.81				980

注：M、L后面的1、2分别代表同一机座号和转速下的不同功率。

表1-12　YBZSE系列电动机技术数据表

机座号	同步转速/(r/min)			J_m/(kg·m²)	额定静态制动力矩/N·m	
	1500/375	1000/375	750/300			
	额定功率/kW	额定功率/kW	额定功率/kW		运行用	起升用
112M	—	0.75/0.2	—	0.022	15	30
132M	—	1.5/0.4 2.2/0.55	—	0.056	30 40	45 75
160M1	—	3.7/1.0	—	0.114	50	110
160M2	5.5/1.5	5.5/1.5	—	0.143	75	150
160L	7.5/2.0	7.5/2.0	—	0.192	90	220
180L	11/3.0	11/3.0	—	0.352	—	300
200L	—	—	11/3.7	0.622	—	440
225M	—	—	15/4.5	0.820	—	600
250M	—	—	22/6.3	1.432	—	980

注：M、L后面的1、2分别代表同一机座号和转速下不同功率。

表1-13　YZE系列电动机技术数据表

机座号	同步转速							
	1500r/min		1000r/min		750r/min		额定静态制动力矩/(N·m)	
	功率/kW	J_m/(kg·m²)	功率/kW	J_m/(kg·m²)	功率/kW	J_m/(kg·m²)	平移用	起升用
112M1	0.75	0.021	—	—	—	—	5.5	—
112M2	1.5	0.022	—	—	—	—	10	—
112M3	2.2	0.023	1.5	0.023	—	—	15	30
132M1	3.7	0.059	2.2	0.059	—	—	30	45
132M2	5.5	0.064	3.7	0.064	—	—	40	75
160M1	7.5	0.117	5.5	0.117	—	—	50	110
160M2	11	0.148	7.5	0.148	—	—	75	150
160L	15	0.198	11	0.198	7.5	0.198	90	220
180L	—	—	15	0.36	11	0.36	150	300
200L	—	—	22	0.637	15	0.637	220	440
225M	—	—	30	0.832	22	0.832	300	600

注：M、L后面的1、2、3分别代表同一机座号和转速下不同功率。

表 1-14 YZRE 系列电动机技术数据表

机座号	同步转速 1500r/min 功率/kW	1500r/min J_m /kg·m²	1500r/min 转子绕组开路电压/V	1000r/min 功率/kW	1000r/min J_m /kg·m²	1000r/min 转子绕组开路电压/V	750r/min 功率/kW	750r/min J_m /kg·m²	750r/min 转子绕组开路电压/V	静态制动力矩/N·m
112M1	0.75	0.031	100	—	—	—	—	—	—	5.5
112M2	1.5	0.033	100	—	—	—	—	—	—	10
112M3	2.2	0.035	132	1.5	0.04	100	—	—	—	15
132M1	3.7	0.07	187	2.2	0.07	132	—	—	—	30
132M2	5.5	0.08	139	3.7	0.08	185	—	—	—	40
160M1	7.5	0.15	185	5.5	0.15	138	—	—	—	55
160M2	11	0.18	252	7.5	0.18	185	—	—	—	75
160L	15	0.22	218	11	0.22	250	7.5	0.22	205	100
180L	22	0.40	250	15	0.40	218	11	0.40	172	150
200L	—	—	—	22	0.7	200	15	0.70	178	220
225M	—	—	—	30	0.86	250	22	0.86	232	300

（三）制动力矩的调整

1. 调整方法

该类电动机在实际运行中，经过各种维修、摩擦磨损，使额定制动力矩下降，为了保证电动机能够正常、安全运行，必须对制动力矩进行调整，如果调整的制动力矩过大会使电动机易损件加速损坏；如果调整的制动力矩较小，刹不住车，甚至会出现起重机吊起的重物自由下滑，引发事故。制动力矩的调整方法如下：按照图 1-1 先拆下后盖，右旋制动力调节螺母然后固定好，可使过大制动力矩缩小，反之可达到额定制动力矩。

2. 静制动力矩的测定

制动力矩调整完毕后，该制动力矩能否符合电动机铭牌规定，还需进行实地测量，测量的方法如下：

1）按图 1-33 在电动机轴伸端固定一杠杆。

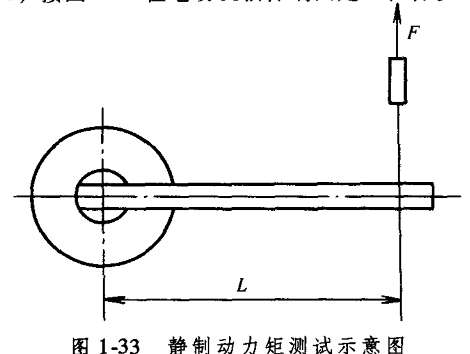


图 1-33 静制动力矩测试示意图

2）在杠杆上距电机轴线 L 处通过弹簧秤向与杠杆垂直方向施加力 F，测取电动机滑移瞬间弹簧秤数值。

3）制动器释放时，杠杆与大地呈水平条件下，在距离 L 处测取杠杆重力 W_Z。

4）按下式计算静制动力矩 T_j

$$T_j = (F - W_Z)L$$

式中 T_j——静静动力矩，N·m；

F——弹簧秤读数，N；

W_Z——水平状态条件下，在距离 L 处的杠杆重力，N；

L——杠杆长，m。

四、锥形转子电动机故障与修理

（一）锥形转子电动机分类及技术数据

锥形转子电动机根据我国现行标准可分为 5 大类，彻底打破了往昔的格局，由于该类电动机没有一个得力的归口所去统一管理并制造一个统一设计的图样，因此，使用户在使用、维修及选购方面都有较大的困难。

根据国家有关标准，锥形转子电动机可分下述 5 类：

1. JB2101—84《CD_1、MD_1 电动葫芦用锥形转子电动机》

电动机型号为 ZD1、ZDM1、ZDY1、ZDS1。其技术数据见表 1-15～表 1-17。

2. ZB J80 013.3—89《钢丝绳电动葫芦用锥形转子电动机》

电动机的型号为 YHZ1、YHZY1、YHZS1，具体技术数据见表 1-18 的规定。

3. JB7562—94《YEZX 系列起重用锥形转子制动三相异步电动机技术条件》

该系列电动机技术数据以及在基准工作下的额定制动力矩见表 1-19 的规定。

4. JB7564—94《YREZ 系列起重用锥形绕线转子制动三相异步电动机技术条件》

该系列电动机分为单速和双速，具体技术数据见表 1-20，表 1-21。

表 1-15 ZD1、ZDM1、ZDY1、ZDS1 电动机技术数据表

功率/kW	型号			
	主起升电动机	慢速起升电动机	运行电动机	双电动机组
0.2	ZD1 11-4	ZDM1 11-4	ZDY1 11-4	—
0.4	ZD1 12-4	ZDM1 12-4	ZDY1 12-4	—
0.8	ZD1 21-4	ZDM1 21-4	ZDY1 21-4	—
1.5	ZD1 22-4	—	—	—
3.0	ZD1 31-4	—	—	—
4.5	ZD1 32-4	—	—	—
7.5	ZD1 41-4	—	—	—
13.0	ZD1 51-4	—	—	—
0.2/0.8	—	—	—	ZDS1 0.2/0.8
0.2/1.5	—	—	—	ZDS1 0.2/1.5
0.4/3.0	—	—	—	ZDS1 0.4/3.0
0.4/4.5	—	—	—	ZDS1 0.4/4.5
0.8/7.8	—	—	—	ZDS1 0.8/7.5

表 1-16 锥形转子电动机电磁技术数据表

型号	容量/kW	定子铁心				槽数		定子绕组					电磁线质量/kg
		外径/mm	内径/mm		长度/mm	定子	转子	导线规格/根-mm	每槽导体数	槽距	联结	绕组形式	
			大端	小端									
ZD1 11-4 ZDM1 11-4 ZDY1 11-4	0.2	120	73.5	66.5	40	24	22	1-ϕ0.38	210	1—6	1Y	单层链式	0.53
ZD1 12-4 ZDM1 12-4 ZDY1 12-4	0.4	120	73.5	64.75	60	24	22	1-ϕ0.47	140	1—6	1Y	单层链式	0.65
ZD1 21-4 ZDM1 21-4 ZDY1 21-4	0.8	167	105.75	90.25	62	24	22	1-ϕ0.67	96	1—6	1Y	单层链式	1.31
ZD1 22-4	1.5	167	110.5	85.5	100	24	22	1-ϕ0.86	60	1—6	1Y	单层链式	1.65
ZD1 31-4	3	210	138.75	117.25	86	36	30	1-ϕ1.16	32	2/1—9 1/1—8	1Y	双层叠式	2.67
ZD1 32-4	4.5	210	177.2	149.2	112	36	30	1-ϕ1.35	25	2/1—9 1/1—8	1Y	单层交叉链式	3.2
ZD1 41-4	7.5	245	171.88	138.12	135	36	30	2-ϕ1.25	18	1—8	1Y	双层叠式	6.05
ZD1 51-4	13	280	233.33	192.075	165	48	30	2-ϕ1.08	20	1—10	2Y	双层叠式	6.15

表 1-17　锥形转子电动机技术数据表

型　　号	额　定　值					起动电流/A	起动转矩倍数	过载能力	磁拉力/N	
	功率/kW	电流/A	转速/(r/min)	功率因数 cosφ	效率(%)				额定电压时	90%额定电压时
ZD1 11-4 ZDM1 11-4 ZDY1 11-4	0.2	0.72	1380	0.65	65	4	2	2	100	80
ZD1 12-4 ZDM1 12-4 ZDY1 12-4	0.4	1.25	1380	0.73	67	7	2	2	150	120
ZD1 21-4 ZDM1 21-4 ZDY1 21-4	0.8	2.4	1380	0.72	70	13	2.5	2.5	240	190
ZD1 22-4	1.5	4.3	1380	0.74	72	24	2.5	2.5	360	290
ZD1 31-4	3	7.6	1380	0.77	78	42	2.7	2.7	740	600
ZD1 32-4	4.5	11	1380	0.88	78	60	2.7	2.7	980	790
ZD1 41-4	7.5	18	1400	0.80	79	100	3	3	1530	1240
ZD1 51-4	13	30	1400	0.82	80	165	3	3	1980	1600

表 1-18　YHZ1、YHZY1、YHZS1 系列电动机技术数据表

电动机型号	功率/kW	最大转矩/额定转矩	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/A	电动机型号	功率/kW	最大转矩/额定转矩	堵转转矩/额定转矩	堵转电流/A
YHZY1 90S-2	0.36	2.0	2.0	5	YHZ1 200L-4	24.0	3.0	3.0	320
YHZY1 90S-4	0.18	2.0	2.0	3	YHZY1 90M-2/8	0.6/0.15	2.2/1.8	2.2/1.8	8/3
YHZY1 100S1-2	0.5	2.2	2.2	7.5	YHZY1 100M-2/8	0.88/0.21	2.2/1.8	2.2/1.8	12/3
YHZY1 100S1-4	0.28	2.0	2.0	3.5	YHZY1 100L-2/8	1.45/0.32	2.5/2.0	2.5/2.0	20/6
YHZY1 100S2-2	0.68	2.2	2.2	10	YHZ1 100M-2/12	1.25/0.21	2.5/2.0	2.5/2.0	20/4
YHZY1 100S2-4	0.44	2.2	2.2	6	YHZ1 112M-2/12	2.0/0.33	2.7/2.0	2.7/2.0	30/8
YHZ1 100S-2	1.25	2.5	2.5	20	YHZ1 125M-2/12	3.1/0.52	2.7/2.0	2.7/2.0	45/10
YHZ1 112S-2	2.0	2.7	2.7	30	YHZ1 140M-2/12	5.0/0.83	2.7/2.0	2.7/2.0	75/15
YHZ1 125S-2	3.1	2.7	2.7	45	YHZ1 160M-2/12	7.8/1.3	3.0/2.0	3.0/2.0	110/25
YHZ1 140S-2	5.0	2.7	2.7	75	YHZ1 200M-2/12	12.0/2.0	3.0/2.0	3.0/2.0	190/30
YHZ1 160S-2	7.8	3.0	3.0	110	YHZS1 24/2-4/2	24.0/2.0	3.0/2.7	3.0/2.7	320/30
YHZ1 200S-2	12.0	3.0	3.0	190					

表 1-19　YEZX 系列起重用锥形转子制动电动机技术数据表

基准工作制	S4-40% 240 次/h			S4-40%/40% 240 次/h/240 次/h			S4-20%/40% 120 次/h/240 次/h		
同步转速/(r/min)		3000	1500		1500/3000	750/3000		500/3000	500/1500
机座号	制动力矩/(N·m)	功率/kW		制动力矩/(N·m)	功率/kW		制动力矩/(N·m)	功率/kW	
71A	1.4	0.26	0.13	1.1	0.1/0.2	0.04/0.02	—	—	—
71B	—	—	—	1.6	0.15/0.3	0.06/0.03	—	—	—
80A	3.3	0.65	0.32	2.7	0.26/0.5	0.13/0.5	2.7	0.08/0.5	0.08/0.26
90A	5.7	1.0	0.5	4.3	0.4/0.8	0.2/0.8	4.3	0.12/0.8	0.12/0.4
100A	8.0	1.5	0.8	6.2	0.6/1.2	0.26/1.2	6.2	0.18/1.2	0.18/0.6
112A	11.8	2.4	1.2	8.9	1.0/1.9	0.42/1.9	8.9	0.3/1.9	0.3/1.0
125A	15.2	3.6	1.9	11.7	1.4/2.9	0.65/2.9	11.7	0.47/2.9	0.47/1.5
140A	21.7	5.6	2.9	19.3	2.2/4.5	1.1/4.5	19.3	0.73/4.5	0.73/2.3

表 1-20　YREZ 技术数据表(单速)

同步转速		3000r/min						1500r/min						1000r/min					
基准工作制	机座号	功率/kW	转动惯量 $J_{m1}^{①}$/(kg·m²)	转动惯量 $J_{m2}^{①}$/(kg·m²)	转子绕组②开路电压/V	额定制动力矩/(N·m)	最大转矩/额定转矩	功率/kW	转动惯量① J_{m1}/(kg·m²)	转动惯量① J_{m2}/(kg·m²)	转子绕组②开路电压/V	额定制动力矩/(N·m)	最大转矩/额定转矩	功率/kW	转动惯量① J_{m1}/(kg·m²)	转动惯量① J_{m2}/(kg·m²)	转子绕组②开路电压/V	额定制动力矩/(N·m)	最大转矩/额定转矩
S1—100%	100B	1.9	13.5	33	185	13	2.8	1.6	13.5	33	167	29	5.1	0.95	13.5	33	126/89	26	3.85
	112B	2.8	24.0	57	215	24	3.45	2.3	22	55	175	40	5.0	1.5	22	55	143/101	39	3.3
	125B	4.2	43.0	89	213	33	3.8	3.5	44	89	155	55	4.25	2.2	44	89	128/91	55	3.25
	140B	7.2	68	137	205	48	3.1	6.0	63	135	152	98	4.5	3.8	63	135	119/84	98	2.85
	160B	10.0	170	280	236	68	4.1	11.0	169	294	235	168	4.1	7.5	169	294	294	178	3.75
	180B	—	—	—	—	—	—	15.0	310	555	258	210	4.6	11.0	310	555	215	210	3.3
	200B	—	—	—	—	—	—	22.0	450	795	246	310	4.2	15.0	450	795	235	310	3.3
	225B	—	—	—	—	—	—	30.0	795	1485	305	420	4.5	22.0	790	1475	260	500	4.3
S3—40%	100B	2.5	13.5	33	206	16	2.75	2.1	13.5	33	183	38	4.7	1.25	13.5	33	140/99	36	3.6
	112B	3.6	24.0	57	240	32	3.9	3.0	22	55	192	51	4.75	2.0	22	55	158/112	51	2.95
	125B	5.5	43.0	89	235	43	4.1	4.6	44	89	175	130	3.9	2.8	44	89	140/110	69	3.1
	140B	9.5	68	137	218	63	3.3	8.0	63	135	168	200	4.05	5.0	63	135	132/93	130	2.7
	160B	13.0	170	280	270	88	4.8	15.0	169	294	260	280	3.7	10.0	169	294	273	213	3.35
	180B	—	—	—	—	—	—	20.0	310	555	282	280	4.1	14.5	310	555	235	280	3.0
	200B	—	—	—	—	—	—	30.0	450	795	270	397	3.65	20.0	450	795	260	400	2.9
	225B	—	—	—	—	—	—	40.0	790	1485	330	540	3.9	30.0	790	1475	280	690	3.65

① J_{m1}为轻型制动盘,J_{m2}为重型制动盘。

② 机座号 100 至 140 的 6 极电动机转子绕组开路电压为线电压/相电压 $=\sqrt{2}$,因为其绕组为二相,数值大者为线电压,数值少者为相电压。

表 1-21　YREZ 技术数据表(双速)

同步转速		1500/3000r/min						750/3000r/min					
基准工作制	机座号	功率/kW	转动惯量① $J_{m1}^{①}$/(kg·m²)	转动惯量① $J_{m2}^{①}$/(kg·m²)	转子绕组②开路电压/V	额定制动力矩/(N·m)	最大转矩/额定转矩	功率/kW	转动惯量① J_{m1}/(kg·m²)	转动惯量① J_{m2}/(kg·m²)	转子绕组②开路电压/V	额定制动力矩/(N·m)	最大转矩/额定转矩
S1—100%	112B	0.7/1.7	22	55	-/80	12	2.95/2.95	0.35/1.4	22	55	-/160	12	2.85/3.85
	125B	1.15/2.3	44	89	-/176	23	3.60/2.75	0.58/2.3	44	89	-/124	21	2.25/3.9
	140B	1.9/3.8	63	135	-/212	32	3.25/3.0	0.9/3.8	72	146	-/185	32	2.35/3.55
	160B	—	—	—	—	—	—	1.5/6.0	161	286	-/200	44	3.7/3.6
S3—40%	112B	0.9/1.8	22	55	-/89	18	2.8/2.8	0.44/1.8	22	55	-/176	16	2.75/3.85
	125B	1.5/3.0	44	89	-/196	29	3.35/2.6	0.75/3.0	44	89	-/138	24	2.15/3.75
	140B	2.5/5.0	63	135	-/240	41	3.15/2.95	1.2/5.0	72	146	-/200	38	2.2/3.25
	160B	—	—	—	—	—	—	2.0/8.0	161	286	-/220	57	3.3/3.5

① J_{m1}:为轻型制动盘,J_{m2}为重型制动盘。

② 双速电动机低速时转子短接,高速时才有转子绕组开路电压数值。

(二) 锥形转子电动机常见故障及处理

尽管锥形转子电动机由于用途不同而分支成好多种类,但是该类电动机的总体结构还是相差不大,因此,以在我国用途最广,历史最久的 ZD 锥形转子电动机为例,来介绍该类电动机的常见故障及处理方法,具体见表 1-22。

表 1-22　锥形转子电动机常见故障与处理方法

序号	故障现象	故障原因	处理方法
1	电动机制动不可靠	1) 制动弹簧压力不够 2) 制动环上有油污 3) 电动机超载 4) 制动片(环)松脱 5) 制动弹簧有损坏 6) 制动片(环)与端盖接触面不良 7) 制动环磨损 8) 风扇制动轮与端盖间隙较大 9) 弹簧长度未达到压缩要求	1) 换一些压力大的弹簧 2) 拆下清洗干净 3) 调整负载 4) 用胶水重新粘牢 5) 更换合格弹簧 6) 对制动片(环)重新车削加工 7) 更换新制动环或者紧固轴端锁母 8) 紧固轴端锁母 9) 加调整垫片(在弹簧附近)
2	电动机的转子与定子相擦	1) 定子和转子轴向发生位移 2) 轴承损坏 3) 制动弹簧压力小或者已疲劳损坏 4) 转子与轴有相对位移	1) 修复定、转子轴向位置 2) 更换新轴承 3) 更换新弹簧 4) 拆下重修复成合格位置
3	电动机三相电流不平衡	1) 电源电压过高或过低 2) 定子绕组内有部分线圈短路 3) 重绕线圈匝数有误 4) 定子绕组内部接线错误	1) 检查调整电源电压 2) 检查短路线圈并修复 3) 用双臂电桥检查重新更换少匝(或多匝)线圈 4) 检查纠正错误接线

（续）

序号	故障现象	故障原因	处理方法
4	电动机温升过高或有局部冒烟现象	1）电源电压过高或过低 2）电动机过载或起动、制动过于频繁、 3）制动片（环）末完全脱开 4）电动机定、转子相擦 5）定子接线错误 6）电机单相运行	1）调整电源电压 2）调整电动机负载使其按额定工作制进行 3）重新调整制动片（环）与端盖之间的间隙 4）按本表序号2处理 5）检查纠正接线错误 6）切断电源后检查绕组是否断路或电源断相现象
5	电动机难以起动，加上负载后转速比额定转速低	1）电源电压低，或某相断路 2）电动机定、转子相擦 3）制动轮与端盖未脱开 4）定子引线首尾接错 5）电动机过载 6）转子绕组或端环断裂 7）电动机轴承损坏	1）调整电压或者检查是否断相 2）按本表序号2处理 3）拆下制动轮并重新调整 4）用万用表重新检查修复 5）调整负载 6）查出断裂后进行补焊或更换新转子 7）拆下轴承，更换合格轴承
6	电动机运转时有异常噪声和振动	1）单相运转 2）定、转子相擦 3）轴承缺油或损坏 4）转子或风扇制动轮不平衡 5）电动机接线错误	1）检查电源电压或定子绕组断相原因，并修复 2）按序号2处理 3）加润滑油或更换新轴承 4）重新对转子或风扇制动轮校动平衡 5）纠正接线错误

（三）锥形转子电动机调整及处理方法

锥形转子电动机最常见故障是刹车系统，而电动机制动力矩的大小对其可靠运行将影响很大，因此要求锥形转子电动机在起升时其制动力矩数应不低于表1-23中的规定。

表1-23　ZD1、ZDM1锥形转子电动机制动力矩表

功率/kW	弹簧工作压力/N	制动力矩/(N·m)	功率/kW	弹簧工作压力/N	制动力矩/(N·m)
0.2	42.2	2	3	460.9	42.2
0.4	110.8	4.9	4.5	681.6	62.8
0.8	153	10.8	7.5	882.6	98.1
1.5	273.6	19.6	13	1034.6	184.4

1. 制动力矩的调整

锥形转子电动机在修理合格后，首先应对其制动力矩进行调整，具体的调整方法见图1-34，先将螺钉1松开，按顺时针转动锁紧螺母2，以增加弹簧的压力，从而获得较大的制动力矩，轴向移动以1.5mm为最佳。

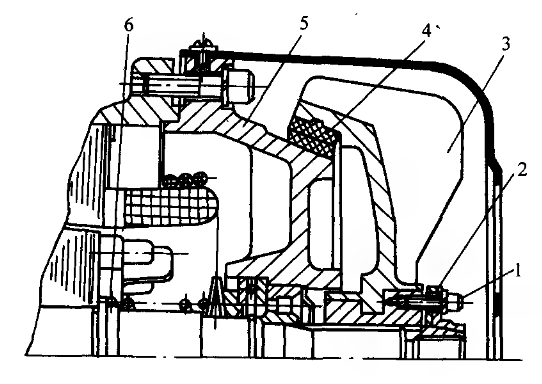


图1-34　调整制动力矩示意图
1—螺钉　2—锁紧螺母　3—风扇制动轮
4—制动环　5—电机后端盖　6—制动弹簧

2. 制动力矩的测定

制动力矩的测定参见本节第三条中（三）第2条。

3. 制动弹簧压力下降的修理

锥形转子电动机在长期使用时，压缩弹簧频繁伸缩，导致其压力下降，影响锥形转子电动机正常工作，其后果是可能造成吊重物下滑砸人或者烧坏电机。因此，在制动力矩下降不多时，即制动弹簧压力下降不多时，可以暂时采取下述手段来加以解决。

1）在图1-35中，增厚序号8垫圈，这样可以使制动弹簧在原工作状态下的压力增大，改变原制动弹簧压力下降不利因素，达到电机正常工作的目的。

2）在序号4支承圈右侧与轴承之间加一垫圈序号5，或者重新加厚支承圈，这两个目的都是缩短压缩弹簧长度，使其压力略有提高，但是新增加的垫圈还是支承圈的厚度都不能太厚，其增加的厚度大约是1～

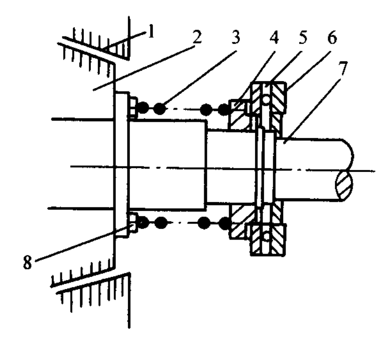


图 1-35 制动弹簧压力下降修理示意图

1—定子铁心 2—转子铁心 3—制动弹簧 4—支承圈 5—垫圈 6—推力球轴承 7—转轴 8—垫圈

3mm。

上述两条只能暂时性的解决压缩弹簧压力小的故障，若想彻底解决，必须更换合格的弹簧以保证锥形转子电动机安全、正常地运行。

4. 制动片(环)的修理

电动机经过长期运转后，制动片(环)可能会出现严重磨损、甚至脱落等现象，这时需要更换新的制动片(环)。

对制动片(环)的修理，严格地说是对风扇制动轮与制动片整体修理，修理的步骤是这样：

1) 按图 1-34 中先将风罩卸下，然后左旋序号 1，卸下序号 2 及序号 3，将风扇制动轮平放在平台上，然后用扁铲轻轻地撬下制动片(环)4。

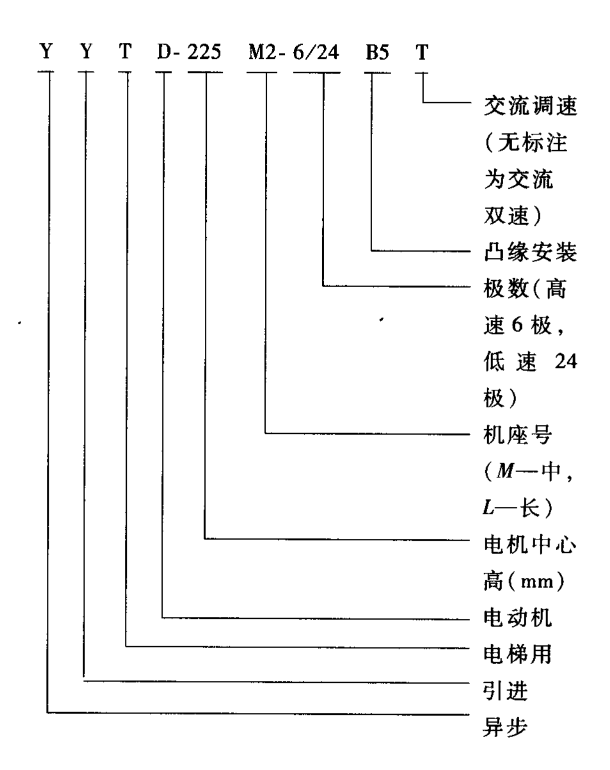
2) 先将风扇制动轮与制动片(环)的配合面上的杂物清除干净，然后用汽油或丙酮清洗，主要目的是清除油污，防止粘后不牢固。干燥后待用。

3) 用毛刷将 XH-50 或者其它可用胶水均匀地刷在风扇制动轮与制动环(片)的内外侧，然后将制动环(片)平放在风扇制动轮上，不要放偏，边缘要对齐整，加压后放好，但注意的是在风扇制动轮与制动环(片)粘接时，其接合面一定不能有异物。干燥粘牢后，再把风扇制动轮连同制动环装在电机上，装之前，可先把端盖的制动面涂上粉笔粉，进行试车。检查一下是否粘牢或者制动环与端盖制动面是否接触良好，看一下制动环内侧就可以知道，该制动环是否需要车削加工。

五、电梯电动机故障与修理

(一) 电梯电动机结构特点

电梯电动机的型号为 JTD2、YTD、YYTD 其含义为：



JTD2 电动机是带散热片封闭式结构，其功率等级基本上与 YTD 电动机相同。

该类电动机为双绕组或单绕组双速，转子通常采用深槽式转子，笼型绕组由转子铜排与转子端环焊接而成，因此该电动机过载能力强。

YTD 电动机为开启或防护式结构

YYTD 电动机为防护式带风机强迫通风，通风电机由双金属温度继电器自动控制开启，高、低速定子中分别埋有正温度系数热敏元件，与温度继电器配合，起到电动机因缺相、欠压、过载、堵转等造成温升高到绝缘极限值时的保护作用，确保电动机的安全。

电梯电动机的工作方式为断续周期工作制，起动

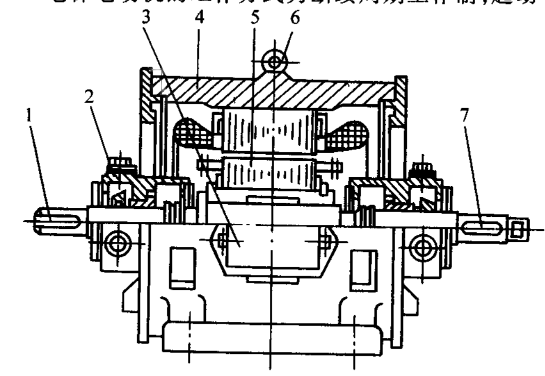


图 1-36 YTD 系列电梯用异步电动机结构图

1—键 2—端盖 3—出线盒 4—定子 5—转子 6—吊环 7—键

方式为满压直接起动,也可以在定子线路串联电阻电抗起动。

JTD、YTD 电动机技术数据见表 1-24。

YYTD 电动机技术数据见表 1-25。

电梯电动机结构图见图 1-36 和图 1-37。这两类电梯电动机是电梯最常用的,除此之外,还有交流变频调速电动机和直流电动机,也都用于电梯上,其中变频调速电动机的用量将逐渐上升。

表 1-24 JTD、YTD 电动机技术数据表

型号	极数	额定功率 /kW	额定功率时的特性					堵转电流 /A	堵转转矩 (倍数)	飞轮力矩 /(kg·m²)	电机质量 /kg
			转速 /(r/min)	电流 /A	效率 (%)	功率因数	转差率 (%)				
YTD-200M1	6	4.0	915	10	79.8	0.80	8.7	44	3.4	1.0	200
	24	0.67	175	13	26.5	0.30	29.7	12	3.1		
YTD-200M2	6	5.5	925	13	81.9	0.79	7.6	64	3.5	1.2	215
	24	1.0	190	16	34.3	0.28	23.8	16	3.2		
YTD-225M1 JTD2-21	6	7.5	915	18	81.4	0.78	8.4	83	3.3	1.9	280
	24	1.45	175	16	38.3	0.36	29.7	17	3.2		
YTD-225M2 JTD2-22	6	11	920	25	82.6	0.79	8.0	123	3.4	2.4	315
	24	2.3	175	21	42.4	0.39	30	25	2.9		
YTD-225L1	6	15	925	34	82.7	0.80	7.3	168	3.7	3.2	365
	24	3.4	180	27	46.7	0.41	27.8	28	2.6		
YTD-225L2	6	18.5	930	42	82.7	0.81	7.1	203	3.4	3.9	420
	24	4.3	190	33	50.3	0.40	24.5	37	2.6		
YTD-250L1 JTD2-31	6	15	915	33	83.7	0.82	8.4	159	3.5	6.3	440
	24	3.4	190	30	48	0.36	24.2	36	3.3		
YTD-250L2 JTD2-32	6	19	925	41	84.9	0.82	7.4	212	3.7	7.3	475
	24	4.4	195	37	51.3	0.35	21.6	46	3.4		
YTD-250L3 JTD2-33	6	22	925	48	85.1	0.82	7.6	230	3.3	8.2	520
	24	5.0	195	44	50.8	0.34	21	53	3.3		

注:噪声:电动机在空载时测得的 A 计权声压级的噪声数值不超过 62dB。

振动:电动机在空载时测得的振动等效双振幅值不大于 0.05mm。

表 1-25 YYTD 电动机技术数据表

型号	极数	额定功率 /kW	额定功率时的特性					堵转电流 /A	堵转转矩 (倍数)	飞轮力矩/(kg·m²)	电机质量 /kg
			转速 /(r/min)	电流 /A	效率 (%)	功率因数	转差率 (%)				
YYTD-5.5	4	5.5	1415	13.5	81.8	0.79	5.8	62	2.4	0.9	250
	16	1.0	315	11.4	42.6	0.31	16.0	17	2.4		
YYTD-7.5	4	7.5	1425	19	81.7	0.76	5.0	95	2.5	0.9	255
	16	1.4	315	15.9	42.0	0.32	16.2	22	2.4		
YYTD-11 YYTD-200L	4	11	1425	25.5	86.5	0.80	5.0	130	2.6	1.13	265
	16	2.0	320	19.1	49.5	0.32	15.3	30	2.2		
YYTD-15 YYTD-225L1	4	15	1420	34	87.0	0.79	5.3	180	2.6	2.05	325
	16	2.75	310	26.5	53.0	0.30	16.7	39	2.3		

（续）

型　号	极　数	额定功率/kW	额定功率时的特性					堵转电流/A	堵转转矩（倍数）	飞轮力矩/($kg\cdot m^2$)	电机质量/kg
			转速/(r/min)	电流/A	效率(%)	功率因数	转差率(%)				
YYTD-18.5 YYTD-225L2	4	18.5	1420	45	86.0	0.74	5.2	209	2.6	3.1	380
	16	3.4	320	45.9	44.1	0.26	15.5	62	2.3		
YYTD-22	4	22	1430	49	88.5	0.80	4.5	256	2.6	5.1	500
	16	4.0	315	40.4	48.6	0.31	15.7	59	2.1		

注：振动：电动机在空载时测得的振动等效双振幅值不大于0.024mm。

噪声：电动机在空载时测得的A计权声压级的噪声数值不超过68dB。

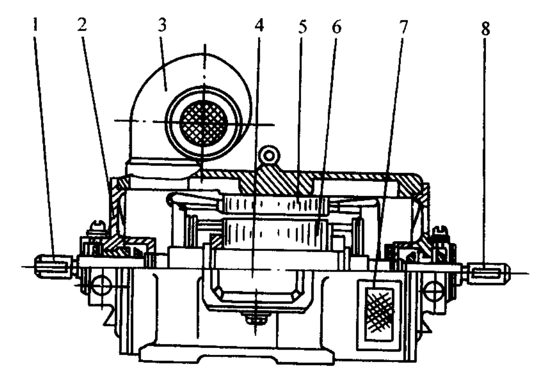


图1-37　YYTD、YTD1系列电梯用异步电动机结构图

1—键　2—端盖　3—风机　4—接线盒　5—定子　6—转子　7—窗板　8—键

（二）电梯电动机故障与修理

电梯电动机是起重专用电动机，但它的结构与Y系列电动机略有差别。其常见故障及处理方法见表1-26。

表1-26　电梯电动机常见的故障与处理方法表

序号	故障现象	故障原因	处理方法
1	电动机空载不能起动	1）电源有一相断路或一相熔丝烧断 2）Y联结定子绕组有一相断路	1）检查电源和熔丝的每相电压 2）测量定子绕组每相电阻
2	电动机发热	1）一相熔丝烧断或电源有一相断路 2）电源电压过高或过低 3）超载或起动过于频繁 4）匝间短路或相间短路 5）定、转子相擦 6）风机转向相反	1）检查电源和熔丝的每相电压 2）调整电源电压 3）调整负载或使电机按额定状态使用 4）查找短路部位并修复 5）拆检并修复 6）改变风机旋转方向
3	电动机停滞于低转速和发出响声	1）定子绕组有一相接反 2）转子导条有裂纹或断条	1）检查接线和纠正出线端标志 2）测量空载电流
4	轴承漏油	1）润滑油加得过多 2）轴承温升过高 3）轴承有裂纹 4）轴承盖衬垫物损坏	1）检查润滑油量 2）检查轴承温度 3）更换新轴承 4）检查轴承盖衬垫物
5	轴承过热	1）油环转动不灵活 2）所加的润滑油不对或润滑油不足 3）油内含杂质 4）润滑油的粘度不合要求，油膜不能建立 5）单边磁拉力过度	1）检查油环转动情况 2）检查润滑油量 3）检查润滑油质量 4）检查润滑油质量 5）检查气隙均匀度
6	电动机运转有异常噪声或振动严重	1）定、转子相擦 2）单相运转 3）轴承缺油或损坏 4）定子接线错误 5）转子不平衡	1）拆开检查 2）检查电源或绕组 3）加油或更换轴承 4）检查接线 5）重新做动平衡

第六节　转子重绕

一、绕线转子的重绕工艺

（一）记录原始数据

在拆除旧绕组之前，要按要求尽量多记录一些原始数据，所要记录的内容应该包括型号、容量、定子电压、定子电流、定子联结、转速、频率、转子电压、转子电流、转子联结、绝缘等级、运行方式、功率因数、效率、振动、噪声、出厂编号、制造厂、出品日期等内容。

上述这些数据是铭牌上的数据，检查无误后便可以准备进行拆检，但在拆检前还应该做以下准备，首先填写记录卡，并根据转子的形状画一张简图并标注上尺寸线，待拆检时填写数据用，如图 1-38 与图 1-39。

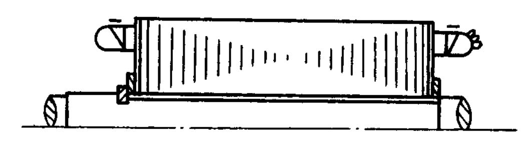


图 1-38　散线转子简图

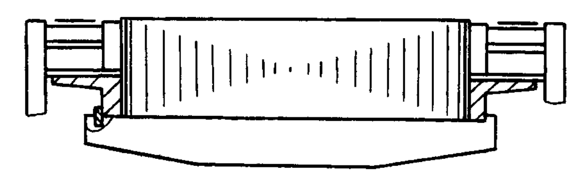


图 1-39　硬线转子简图

制做的记录卡应包含转子铁心长度；转子槽数；转子铁心外径；气隙长度；通风道个数；通风道宽度；槽形尺寸；无纬带道数；绕组型式；绕组联结；并联路数；线圈节距；导线规格；并绕根数；线圈匝数；每槽导体数；线圈尺寸；绝缘材料，绝缘结构各部份尺寸等内容。

（二）拆除旧绕组

1. 拆除接线、中线和并头套

用烙铁、喷灯、电阻焊钳加热等方法，熔开绕组接线和并头套等，并清理干净和保存好（只对锡焊绕组）。

2. 拆除接线、中线

用大剪刀剪开绕组焊接处，并清理干净和保存好（只对氩弧焊绕组）。

3. 拆下绕组

拆散嵌转子绕组方法同定子绕组。拆硬嵌转子绕组时，先将扁线两端绝缘清理干净，然后把低压变压器二次侧线夹子夹在扁线两端，接通电源，使大电流经扁线，待扁线绝缘烧焦冒烟，端部铜线呈暗红色时将扁线抽出，然后迅速投入冷水中退火，如果电器容量足够大，可同时加热数根扁线，再采用同样的方法拆除。

4. 清理铁心槽部

（三）制作线圈

1. 将拆下的旧扁铜线整理好

先将两端磨平，去掉毛刺及凸出部位后，再包扎线圈绝缘，先包直线部位，后包两头端部绝缘，直线处绝缘和端部处绝缘搭接处尺寸要严格控制，以保证线圈能顺利插入槽内。

2. 转子绝缘规范

转子绝缘规范见表 1-27。

表 1-27　转子绝缘规范（F 级）

序号	部位	名称	材料	规格/mm	层数	绝缘方法	硬嵌	散嵌
1	线圈直线部位	衬绝缘外敷绝缘	0.15F 级粉云母箔	0.15	$2\frac{1}{2}$	卷包	✓	
			0.09F 级上胶布	0.09	$3\frac{1}{3}$	卷包	✓	
	线圈端部部位	衬绝缘外敷绝缘	0.05 聚酰亚胺薄膜带	0.05	2	半叠包	✓	
			0.1 无碱带	0.1	1	半叠包	✓	
2	中线	衬绝缘	0.15 漆布 2450	0.15	2	半叠包	✓	
		外敷绝缘	0.1 无碱带	0.1	1	半叠包	✓	
3	槽部	槽楔	3240 层压板	1～3 厚			✓	✓
		槽衬	0.3 复合箔 NMN	0.3				✓
			0.15F77 玻璃漆布	0.15			✓	✓
		中垫	3240 层压板	0.5			✓	
		底垫	3240 层压板	0.5			✓	

（续）

序号	部位	名称	材料	规格/mm	层数	绝缘方法	硬嵌	散嵌
4	相间绝缘		0.3 复合箔 NMN	0.3			✓	✓
	层间绝缘		0.3 复合箔 NMN	0.3			✓	✓
	端部	层间绝缘	0.3 复合箔 NMN	0.3			✓	
5	支架绝缘		0.3 复合箔 NMN	0.3			✓	
	并头套	绝缘	硅橡胶管 2751				✓	
	并头套	绝缘	硅有机玻璃漆布带				✓	
6	支架	绑扎	0.1 无碱带		1	包绕	✓	
	端部	绑扎	0.2 聚胺酰亚胺无纬带	0.2	15	包绕	✓	✓
	端部	层间	0.1 无碱带		1	包绕	✓	
	集电环与		0.1 漆带 2450		1	包绕	✓	✓
	转子连接处		0.1 无碱带		1	包绕	✓	✓

（四）嵌线

1. 准备齐嵌线材料和工具

需准备的材料和工具有槽楔、层间垫条、槽底垫条、层间绝缘、转子支架、压缩空气、嵌线工具等。

2. 安放好转子铁心

将转子铁心吊到转子嵌线架上，仔细检查铁心槽部清理情况，除去槽内一切杂物，并用压缩空气将铁心吹干净。

3. 包扎支架和插放槽底垫条

按绝缘规范要求或原始记录，包扎支架绝缘，插放槽底垫条和槽内绝缘。要求槽底垫条和槽绝缘两端伸出铁心长度要一致。要求包扎支架绝缘的无碱带应拉紧，使各层绝缘平整服贴。

4. 定好槽位

按原始记录和接线图，画出嵌线标记，定好槽位，即用粉笔标出引出线、换层线等位置。

5. 穿好下层线

从非集电环端穿入下层线，在下层线全部按原始记录或图纸穿入后，再用绳将集电环端的线圈临时扎紧。

6. 包扎集电环端层间绝缘

按原始记录或图纸，包扎集电环端的层间绝缘，边包边用木锤敲打，使端部紧贴支架绝缘。

7. 插入换层线

插入换层线后，分别从集电环端和非集电环端插入换层槽斜楔，使集电环端的线端位于上层，非集电环端的线端位于下层。非集电环端插入上层线，槽楔等。出线端绕组焊接或装好并头套并打入铜楔。

（五）接线

按照拆下前记录的线圈跨距，用并头套将上、下层线圈的端部联结起来，然后焊接接头。

二、重绕计算

（一）修复型重绕计算

对于需要拆卸损坏绕组进行重绕修复的电动机，其所配新绕组的数据，包括绕组型式、线圈匝数、导线尺寸、连接方式等，尽可能根据该电动机的铭牌，再查阅有关资料、手册来选定。只有在无铭牌难以辨认电动机型号规格，或损坏绕组数据不可靠，或非国内标准产品，查不到有关绕组数据等情况下，才进行绕组的重绕计算。要求把电动机修复到可按原来规格使用的重绕计算，叫做修复型重绕计算。

1. 测量铁心数据

重绕计算的第一步是测量该电动机的铁心数据。它包括定子外径 D_1、内径 D_i、铁心长度 L、定子槽数 Q_1 及其槽尺寸。如果还涉及绕线转子绕组，还应包括转子槽数 Q_2 及其槽尺寸。单位均取 mm。铁心长度的测量要注意到不能把两侧齿张出来的长度计入。槽尺寸可以用白纸贴在铁心侧面，按出槽形来测量，尽可能精确到 0.1mm。图 1-40 表示应该测量的槽尺寸数据。

2. 极数的判定

如果没有铭牌数据，原来电动机的运行极数，可以从定子内外径比看出。极数少的电动机，定子内径与定子外径比值偏小。但对起重及冶金用电动机，一般都是在六、八、十极下运行，极数接近。生产厂考虑落

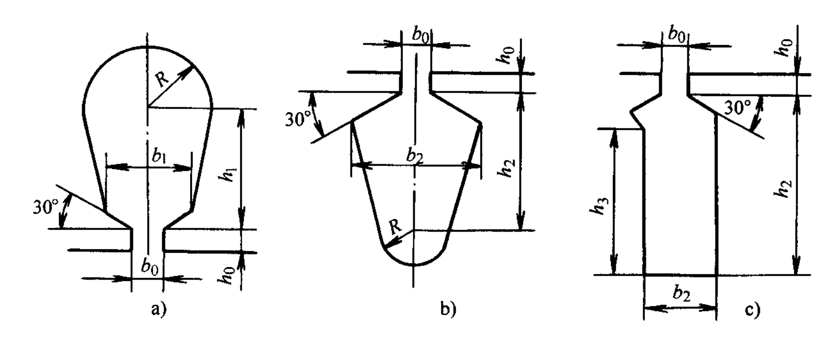


图 1-40 应该测量的槽尺寸

a) 定子槽 b) 转子软绕组槽 c) 转子硬绕组槽

料模的通用性，往往是一种定子外径只配以一种定子内径，因此就判断不出原来电动机的极数。那么原电动机的运行极数，还可以从原来绕组的节距来判断，因一般采用的短节距绕组，节距总是比极距稍小一些，故可以从节距估计极距以判断极数。又如果原来电动机是个空壳的铁心，电动机定子的每极每相槽数 $q_1 = Q_1/2pm$（式中 p 为极对数，m 为相数）。总是整数或分母为 2 的分数。那么 $Q_1 = 45$ 或 54 很可能是六极；$Q_1 = 60$ 就不可能是六极；$Q_1 = 72$ 不可能是十极；$Q_1 = 75$ 或 90 就只能是十极。再辅以一般小机座号极数少，大机座号极数多的概念，那么定子外径 210mm 及以下很可能是六极，定子外径 493mm 及以上不可能是六极；定子外径 560mm 及以上只能是十极。以上从定子外径及槽数也可判断出原来空壳起重及冶金用电动机的极数。

3. 绕组型式与线圈匝数的选择

起重及冶金用电动机的定子绕组，习惯上都采用双层叠绕，这与一般通用的感应电动机有区别。后者在小机座号是采用单层的。这是因为该电动机要考虑到比一般通用感应电动机具有更高的过载能力，故不论机座号大小，都采用双层绕组，以减小定子漏抗值来适应此性能要求。

选定线圈匝数与导线尺寸，这是重绕计算的核心。这两项尤以线圈匝数为首要。若匝数选得过多，则电动机的漏抗值过大，也即电负荷过大，影响电动机的过载能力；而若匝数选得过少，则电动机需要的磁通量大，磁负荷过大，即磁路过饱和，空载电流过大。选定每线圈匝数后，才可以根据槽满率选定导线尺寸。适当的导线尺寸使电流密度及热负荷正常，控制电动机在额定负载下运行的温升。

对 380V 电源，采用丫联结的起重及冶金用电动机，正常磁通密度下每槽导体数 N_{SC}，即每线圈 $N_{SC}/2$ 匝，推荐以下经验公式

$$N_{SC} = 7.7 \times 10^6 \times \frac{ap}{D_{i1} L Q_1} \quad \text{取偶数} \qquad (1\text{-}1)$$

式中 D_{i1}——定子铁心内径（mm）；

L——定子铁心长度（mm）；

a——并联路数。

为了使每支路电流不太大，导线不太粗，焊接方便，也为了凑取更近似的偶数，容量稍大的电动机，往往采用多支路并联。大约额定功率每（5～15）kW 为一并联支路。对每极每相槽数 q_1 为整数的电动机，$2p/a$ 应为整数；而对 q_1 的分母为 d 的分数时，$\frac{2p}{ad}$应为整数。

绕组节距的选取

$$y_1 = (0.77 \sim 0.94)\frac{Q_1}{2p} \quad \text{取整数} \qquad (1\text{-}2)$$

如果电机结构尺寸轴向长度不紧张，一般多取上限。

4. 导线尺寸与槽满率

导线尺寸的选定原则是在槽内放得下，即槽满率合适的前提下，尽量有较大的导线截面积。按习惯，绕组的槽满率可如下计算：

去掉槽楔后的空槽面积 A_S 为

$$A_S = \frac{b_1 + 2R}{2}(h_1 - h) + 1.57R^2 \qquad (\text{mm}^2) \qquad (1\text{-}3)$$

式中 h——槽楔厚度，除定子外径 493mm 及以上取 3mm 外，一般取 2mm。

A_S 减去槽绝缘所占面积 A_i，即为槽有效面积 A_e。

对单层绕组槽绝缘所占面积为：

$$A_i = C_i(2h_1 + \pi R) \qquad (\text{mm}^2) \qquad (1\text{-}4)$$

对双层绕组槽绝缘所占面积为：

$$A_i = C_i(2h_1 + \pi R + 2R + b_1) \qquad (\text{mm}^2) \qquad (1\text{-}5)$$

式中 C_i 为槽绝缘厚度，可按表 1-28 选取

$$A_e = A_S - A_i \qquad (1\text{-}6)$$

则槽满率 s_f 为

$$s_f = \frac{N_{SC} N_t' d'^2}{A_e} \times 100\% \qquad (1\text{-}7)$$

式中　N_{SC}——每槽导体数；

N'_t——每导体的并联根数；

d'——带绝缘漆膜的导线直径(mm)。起重及冶金用电动机常用的圆裸导线直径 d 有 0.9、0.95、1.0、1.06、1.12、1.18、1.25、1.3、1.4、1.5mm。带绝缘漆膜后导线直径的增加值为：当 $d \geq 1$mm 时为 0.08mm，当 $d < 1$mm 时为 0.06mm。

表 1-28　槽绝缘厚度

定子外径/mm	槽绝缘厚度/mm
182	0.25
210、245	0.3
280、327、368、423	0.35
493、560	0.5

对起重及冶金电动机，槽满率一般控制在 70% ~ 75%。槽满率过高嵌线费工时，槽绝缘易破损；过低则说明电机利用率不高。

5. 线圈尺寸的算法

散线圈尺寸如图 1-41。

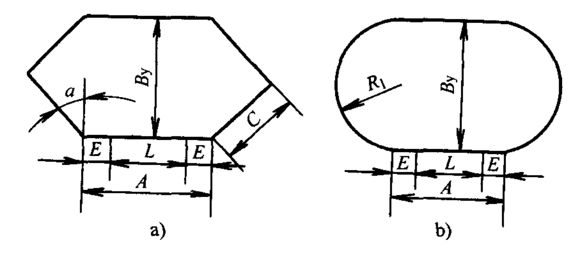


图 1-41　线圈尺寸图

a) 双层叠绕　b) 单层链式

线圈的直线部分伸出铁心一段距离，设为 E，即

$$A = L + 2E \quad (\text{mm}) \qquad (1\text{-}8)$$

然后转入斜边。E 值可按表 1-29 选取。

表 1-29　线圈直线部分伸出铁心长

定子外径/mm	线圈直线部分一端伸出铁心长/mm
182	10
210、245	15
280、327	20
368、423	25
493、560	30

对双层叠绕组，线圈宽度 B_y 的计算为

$$B_y = \frac{\pi(D_i + 2h_0 + h_1 + R)}{Q_1} y_1 \quad (\text{mm}) \qquad (1\text{-}9)$$

线圈斜边 C 的计算如下

$$C = \frac{B_y}{2\cos\alpha} \quad (\text{mm}) \qquad (1\text{-}10)$$

$$\sin\alpha = \frac{b_1 + 2R}{b_1 + 2R + b_{t1} + b_{t2}} \quad (\alpha \text{ 见图 1-41})$$

定子下端齿宽为

$$b_{t1} = \frac{\pi\left[D_{i1} + 2h_0 + \frac{(b_1 - b_0)}{\sqrt{3}}\right]}{Q_1} - b_1 \quad (\text{mm})$$

定子上端齿宽为

$$b_{t2} = \frac{\pi(D_{i1} + 2h_0 + 2h_1)}{Q_1} - 2R \quad (\text{mm})$$

（二）转子重绕计算

重绕计算一般都是指定子绕组的。而转子绕组损坏也需重绕，如果没有充分的原始数据也要进行重绕计算。

因为转子不是直接与电源相接，它的电压要求不是硬性的。但集电环的耐压等级为 500V，故也不能使转子开路电压高于此值。小容量的也只有(100 ~ 200)V，不高于 380V；也不宜太低，太低则集电环电流大。

转子绕组都采用丫联结。定子外径 493mm 及以上的采用条形硬绕组，每槽 2 导体的双层波绕组。直径小于此者，采用散线绕组，其中每极每相转子槽数 $q_2 = Q_2/2pm$，为 2 的采用单层链式较为方便，而大于此值者为双层叠绕组。

对起重及冶金电动机定转子绕组都是丫联结的情况下，转子集电环间的开路电压估算：

$$U_2 = 380 \times \frac{Q_2 N_{SC2} a_1}{Q_1 N_{SC1} a_2} \qquad (1\text{-}11)$$

U_2 应 < 500V

双层转子绕组的节距 y_2，一般取全节距。

$$y_2 = \frac{Q_2}{2p} \quad \text{取整数} \qquad (1\text{-}12)$$

散线转子绕组的槽楔与槽绝缘厚度至少不薄于定子的，因为转子是转动的。也是由槽满率决定导线尺寸，槽满率的计算公式与定子相同。对 $q_2 = 2$ 的单层链式线圈尺寸见图 1-41，可按如下经验公式

$$A = L + 2E \qquad (1\text{-}13)$$

$$B_y = 4.45 \times \frac{\pi(D_{i1} - 2h_0 - h_2 - R)}{Q_2} \qquad (1\text{-}14)$$

$$R_1 = 0.625 B_y \qquad (1\text{-}15)$$

硬元件的导条尺寸可如下选定：

$$b = b_2 - 2.64$$

往下取标准尺寸　(1-16)

$$h = \frac{h_3 - 7.61}{2}$$

往下取标准尺寸　(1-17)

具体见图 1-42 转子条形绕组槽内绝缘示意图。

为防止转子运转时,绕组端部受离心力而变形甚至甩出,两侧端部均需绑扎。早期产品用钢丝,现在都用无纬带。钢丝的极限抗拉强度为 1500N/mm^2,聚脂 B-17、0.17×25mm 无纬带的极限抗拉强度为 4250N/mm^2。

设有一台转子每端用 ϕ1.5 钢丝 18 匝绑扎,重绕后改用聚脂 B-17、0.17×25mm 无纬带。先算出原钢丝的抗拉断力为

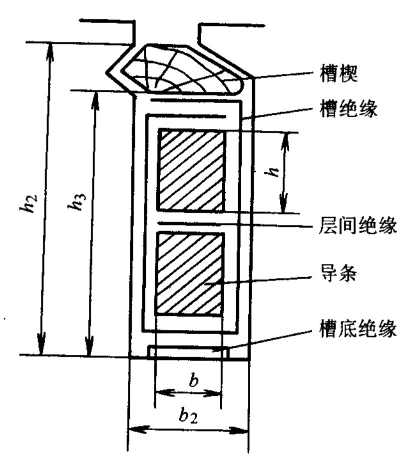


图 1-42 转子条形绕组槽内绝缘示意图

$$1500 \times \frac{\pi}{4} \times 1.5^2 \times 18 = 47713\text{N}$$

改用无纬带应绑扎的匝数为

$$\frac{47713}{4250} = 11.23 \text{ 匝}$$

取 11 匝。

(三) 修复型重绕计算举例

以 YZR315,75kW,八极电动机为例,假设只有无铭牌的空壳,没有现成的绕组数据。现在重绕,计算其定转子绕组。

先从铁心测得原始数据:$D_1=493$,$D_i=400$,$L=340$,$Q_1=72$,$Q_2=96$,$b_0=3.5$,$h_0=0.5$,$b_1=9.6$,$R=5.5$,$h_1=17.5$,$b_0=1.5$,$h_0=1.8$,$b_2=5.1$,$h_2=45.5$,$h_3=41$。单位均为 mm。

从转子槽形知转子绕组为条形硬元件,每槽 2 导体的双层波绕组。

1. 极数判断

不可能是 6 极,因

$$q_2 = \frac{96}{6\times3} = 5\frac{1}{3}$$

q_2 的分母为 3,转子不能构成三相对称绕组。

不可能是 10 极,因

$$q_1 = \frac{72}{10\times3} = 2\frac{2}{5}$$

$$q_2 = \frac{96}{10\times3} = 3\frac{1}{5}$$

q_1、q_2 均为分数槽,且分母不为 2。

一定是 8 极,因

$$q_1 = \frac{72}{8\times3} = 3$$

$$q_2 = \frac{96}{8\times3} = 4$$

q_1、q_2 均为整数槽。

2. 定子绕组重绕计算

定子绕组为双层叠绕。因该电机在起重及冶金电动机中属容量较大,试取并联路数 $a_1=8$。按式(1-1),估算得每槽导线数

$$N_{S1} = 7.7\times10^6 \frac{a_1 p}{D_i L Q_1} =$$

$$7.7\times10^6 \times \frac{8\times4}{400\times340\times72} = 25.16$$

取偶数 26。

再按式(1-2)选绕组节距

$$y_1 = (0.77\sim0.94)\frac{Q_1}{2p} =$$

$$(0.77\sim0.94)\times\frac{72}{8} =$$

$$6.93\sim8.46$$

取整数 7 或 8 均合理。

取槽楔厚 $h=3$mm,槽绝缘厚 $C_i=0.5$mm。按式(1-3)、(1-4)、(1-5)、(1-6)得

$$A_S = 196.87\text{mm}^2 \quad A_i = 36.44\text{mm}^2$$

$$A_e = 160.43\text{mm}^2$$

选用导线:

方案一 2~ϕ1.4

方案二 1~ϕ1.5

1~ϕ1.4

方案三 2~ϕ1.18

1~ϕ1.12

求得相应槽满率为

方案一

$$s_f = \frac{26\times2\times1.48^2}{160.43} = 71.0\%$$

方案二

$$s_f = \frac{26\times(1.58^2+1.48^2)}{160.43} = 76.0\%$$

$$> 75\% \quad \text{否定}$$

方案三

$$s_f = \frac{26\times(2\times1.26^2+1\times1.2^2)}{160.43} = 74.8\%$$

以上计算认为:选定每槽导线数 26,即每圈 13 匝

的前提下，两种节距方案及两种导线方案（一及三），也即组合成 $2\times2=4$ 种方案，均属合理。

然后计算线圈尺寸，即图 1-41a）中的 A、B_y 及 C 值。按式（1-8）得

$$A=L+2E=340+2\times30=400\text{mm}$$

按式（1-10）得

$$b_{t1}=8.051\text{mm}$$

$$b_{t2}=8.024\text{mm}$$

$$\sin\alpha=0.5617$$

$$\cos\alpha=0.8213$$

再按式（1-9）及（1-10）求 B_y 及 C 值

对 $y_1=7$

$B_y=129.5\text{mm}$

$C=78.3$ 取 78.5mm

对 $y_2=8$

$B_y=148\text{mm}$

$C=89.4$ 取 89.5mm

绕组接线示意图见图 1-43。

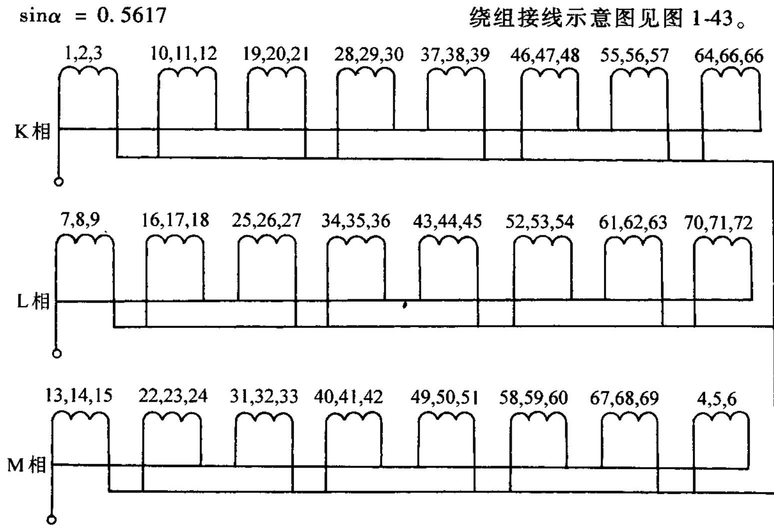


图 1-43 $Q=72,2p=8,a=8$ 绕组接线示意图

3. 转子绕组重绕计算

条形双层波绕组的导条尺寸，按式（1-16）及（1-17）计算

$$b=5.1\text{mm}-2.64\text{mm}=2.46\text{mm} \text{ 取 } 2.24\text{mm}$$

$$h=\frac{41\text{mm}-7.61\text{mm}}{2}=16.695\text{mm} \text{ 取 } 16\text{mm}$$

即导条尺寸为 2.24×16

按式（1-11）估算集电环间的开路电压

$$U_2=380\times\frac{Q_2N_{SC2}a_1}{Q_1N_{SC1}a_2}=380\times\frac{96\times2\times8}{72\times26\times1}\text{V}=312\text{V}<500\text{V}$$

并列出各相的波绕组接线顺序：（自左至右逐行连接，“上”即上层）

集电环 K→ 4 上 16 下 28 上 40 下 52 上
64 下 76 上 88 下
3 上 15 下 27 上 39 下 51 上
63 下 75 上 87 下
2 上 14 下 26 上 38 下 50 上
62 下 74 上 86 下
1 上 13 下 25 上 37 下 49 上
61 下 73 上 85 下

4 下 16 上 28 下 40 上 52 下
64 上 76 下 88 上
3 下 15 上 27 下 39 上 51 下
63 上 75 下 87 上
2 下 14 上 26 下 38 上 50 下
62 上 74 下 86 上
1 下 13 上 25 下 37 上 49 下
61 上 73 下 85 上→中点

因为三相互差 120°电角度，而转子每槽间的电角度为 $360p/Q_2=360\times4/96=15°$，故将 K 相向前移 $120/15=8$ 槽，即构成 L 相绕组，再向前移 8 槽即构成 M 相绕组。也就是：

集电环 L→12 上 24 下 36 上 48 下 60 上
72 下 84 上 96 下
11 上 23 下 35 上 47 下 59 上
71 下 83 上 95 下
10 上 22 下 34 上 46 下 58 上
70 下 82 上 94 下

9 上　21 下　33 上　45 下　57 上
69 下　81 上　93 下

12 下　24 上　36 下　48 上　60 下
72 上　84 下　96 上
11 下　23 上　35 下　47 上　59 下
71 上　83 下　95 上
10 下　22 上　34 下　46 上　58 下
70 上　82 下　94 上
9 下　21 上　33 下　45 上　57 下
69 上　81 下　93 上→中点
集电环 M→20 上　32 下　44 上　56 下　68 上
80 下　92 上　8 下
19 上　31 下　43 上　55 下　67 上
79 下　91 上　7 下
18 上　30 下　42 上　54 下　66 上
78 下　90 上　6 下
17 上　29 下　41 上　53 下　65 上
77 下　89 上　5 下

20 下　32 上　44 下　56 上　68 下
80 上　92 下　8 上
19 下　31 上　43 下　55 上　67 下
79 上　91 下　7 上
18 下　30 上　42 下　54 上　66 下
78 上　90 下　6 上
17 下　29 上　41 下　53 上　65 下
77 上　89 下　5 上→中点。

条形波绕组的特点是线圈间通过并头套连接，省去线圈间连线。本例每相绕组只有三根短连接线。如 K 相为集电环 K 至 4 上，85 下至 4 下及 85 上至中点；L 相为集电环 L 至 12 上，93 下至 12 下及 93 上至中点；M 相为集电环 M 至 20 上，5 下至 20 下及 5 上至中点。

（四）改极重绕计算

1. 从定转子槽数判断改极的可能性

起重及冶金电动机如需利用原铁心改变极数以改变转速，则要改极重绕。没有现成的改极绕组数据，只有通过计算。

同一外径不同极数的起重及冶金电动机，为了通用落料模，采用同一内径，但定转子槽数往往是不同的。

改极重绕计算前要核对改极后槽配合是否合适，即判断改极的可能性。

对笼形转子电动机，为避免产生严重寄生转矩及电磁噪声，要求：

$$\left.\begin{aligned} &Q_2 \neq 6Kp \\ &Q_2 \neq Q_1 \pm p \\ &Q_2 \neq Q_1 \pm 2p \\ &Q_2 \neq 0.5Q_1 \pm p \\ &Q_2 \neq 2Q_1 \pm p \\ &Q_2 \neq 6Kp \pm 1 \\ &Q_2 \neq 6Kp \pm (2p \pm 1) \end{aligned}\right\} \tag{1-18}$$

式中　K——自然整数：1，2，3……。

对绕线转子电动机，当改成 6 极时希望 Z_2 为 9 倍数，否则不能构成三相对称绕组。对软元件绕组，三相轻微不对称并不影响实际运行；但对条形波绕组，则绕组端部需较多线圈间连接线，转子铁心与集电环之间没有足够空间安置，绕组构成困难以至不可能。

2. 计算要点

改极重绕计算的要点是改变线圈匝数与节距，导线尺寸数据槽满率要求也相应改变。由少极改为多极时，仍可按前述思路及公式计算。即改极后匝数增多，节距缩短，导线尺小变小，额定功率也相应降低。但由多极改为少极时，还要注意到轭部（尤其是定子）磁通密度的增高，要进行核算

每相串联匝数

$$N_{\phi p} = \frac{N_{SC1} Q_1}{6a} \tag{1-19}$$

每极磁通

$$\Phi = \frac{380}{\sqrt{3} \times 222 \times N_{\phi}} \quad (\mathrm{Wb}) \tag{1-20}$$

定子轭高

$$h_{j1} = \frac{D_1 - D_i}{2} - \left(h_0 + h_1 + \frac{2}{3}R\right) \tag{1-21}$$

定子轭磁通密度

$$B_{j1} = \frac{\Phi}{1.9Lh_{j1}} \times 10^6 \quad (\mathrm{T})$$

$$B_{j1} \text{ 应 } < 1.65T \tag{1-22}$$

由式（1-1）得出每槽导体数 N_{SC}后，代入式（1-19）~（1-22）中，如果算出 $B_{j1} > 1.65$T，则增加 N_S，重复代入式（1-19）~（1-22）中，$B_{j1} \leqslant 1.65$T 为止。由多极改为少极时，定子绕组的每线圈匝数往往是由轭磁通密度限制选定的，比式（1-1）所选的要略多。极数改少后，额定功率能相应增加，但达不到与极数成反比。由少极改为多极，不必进行轭磁通密度核算。

改极后定转子往往每极每相槽数不再是整数。分

数槽绕组的排列方法在下面用例说明。

由多极改为少极时，还要注意到由于转速提高，绕线转子端部绑扎匝数应按转速平方成正比增加。

3. 改极重绕计算举例

前例由 8 极改成 10 极。

按式（1-1）取 $a=2$

$\frac{2p}{ad}=\frac{2\times5}{2\times5}=1$，整数。得 $N_{sc}=7.86$，取 $N_{sc}=8$。

按式（1-2）得 $y_1=5.6\sim6.7$，取 $y_1=6$。

取导线尺寸 $6\sim\phi1.5$，按式（1-7）得槽满率 $s_f=74.7\%<75\%$。

按（1-8）、（1-9）、（1-10）得线圈尺寸：$A=400\text{mm}$　$B_y=111\text{mm}$　$C=67.5\text{mm}$。

定子绕组 $q_1=\frac{72}{10\times3}=2\frac{2}{5}$，为分数槽绕组。即 5 个极相组中有 2 个为 3 槽，3 个为 2 槽。线圈组按 2，3，2，3，2 次序排列。得绕组接线示意图如图 1-44。

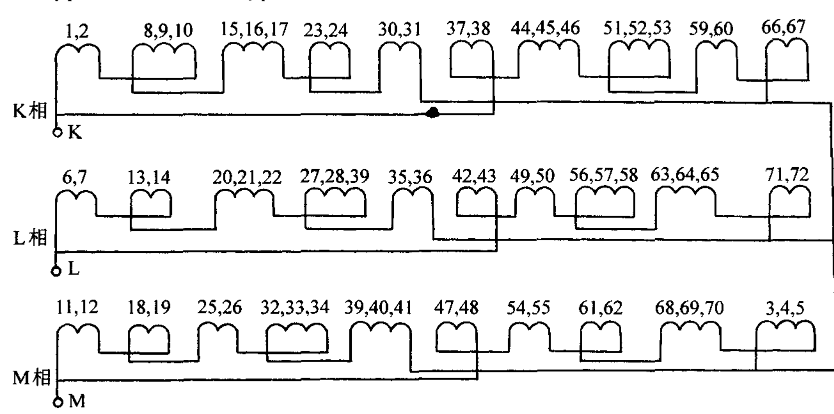


图 1-44　$Q=72$，$2p=10$，$a=2$ 绕组接线示意图

转子导线尺寸与前例同。按式（1-11）估算集电环间的开路电压

$$U_2=380\times\frac{Q_2N_{s2}a_1}{Q_1N_{s1}a_2}=380\times\frac{96\times2\times2}{72\times8\times1}\text{V}=253\text{V}<500\text{V}$$

转子绕组 $q_2=\frac{96}{10\times3}=3\frac{1}{5}$，也为分数槽绕组，

接线顺序如下：

集电环 K→ 4 上　14 下　23 上　33 下　42 上
52 下　61 上　71 下
80 上　90 下　3 上　13 下　22 上
32 下　41 上　51 下
60 上　70 下　79 上　89 下　2 上
12 下　21 上　31 下
40 上　50 下　59 上　69 下　78 上
88 下　1 上　11 下

59 下　49 上　40 下　30 上　21 下
11 上　2 下　88 上
79 下　69 上　60 下　50 上　41 下
31 上　22 下　12 上
3 下　89 上　80 下　70 上　61 下
51 上　42 下　32 上
23 下　13 上　4 下　90 上　81 下
71 上　62 下　52 上→中点。

集电环 L→36 上　46 下　55 上　65 下　74 上
84 下　93 上　7 下
16 上　26 下　35 上　45 下　54 上
64 下　73 上　83 下
92 上　6 下　15 上　25 下　34 上
44 下　53 上　63 下
72 上　82 下　91 上　5 下　14 上
24 下　33 上　43 下

91 下　81 上　72 下　62 上　53 下
43 上　34 下　24 上
15 下　5 上　92 下　82 上　73 下
63 上　54 下　44 上
35 下　25 上　16 下　6 上　93 下
83 上　74 下　64 上
55 下　45 上　36 下　26 上　17 下
7 上　94 下　84 上→中点。

集电环 M→68 上　78 下　87 上　1 下　10 上
20 下　29 上　39 下
48 上　58 下　67 上　77 下　86 上
96 下　9 上　19 下
28 上　38 下　47 上　57 下　66 上

76 下　85 上　95 下
8 上　18 下　27 上　37 下　46 上
56 下　65 上　75 下

27 下　17 上　8 下　94 上　85 下
75 上　66 下　56 上
47 下　37 上　28 下　18 上　9 下
95 上　86 下　76 上

67 下　57 上　48 下　38 上　29 下
19 上　10 下　96 上
87 下　77 上　68 下　58 上　49 下
39 上　30 下　20 上→中点。

每相绕组除各有短接线接集电环及中点外，都有一根较长，即半圆周长的连接线。即 K 相的 11 下至 59 下；L 相的 43 下至 91 下，M 相的 75 下至 27 下。

第七节　附件故障与修理

起重及冶金用绕线转子电动机的零部件较多，使用起来可靠性要低于笼型电动机。因此，对易出现故障的部位和部件应进行及时地诊断和处理。

一、集电环故障与修理

冶金及起重用绕线转子三相异步电动机集电环结构比较简单，大致有两种结构，一种是压塑料式集电环，一种是套筒式集电环，见图 1-45 和图 1-46。

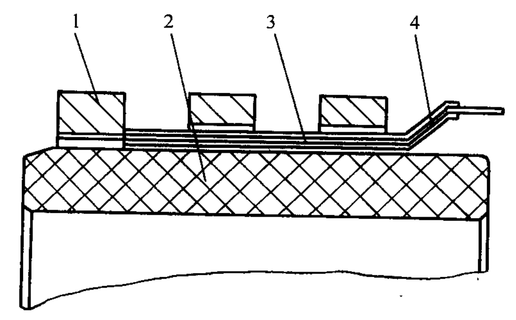


图 1-45　套筒式集电环
1—铜环　2—套筒　3—绝缘层　4—接线片

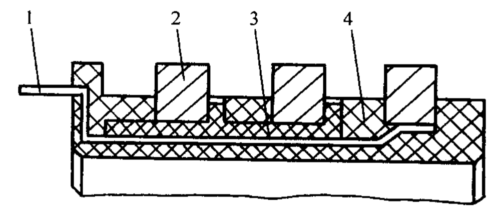


图 1-46　压塑料式集电环
1—接线片　2—铜环　3—垫铁　4—压塑料

压塑料式集电环是将铜环与压塑料压铸在一起，形成一个整体。

套筒式集电环是由玻璃钢套筒与三个滑环固定在一起组成的。

（一）集电环温度过高的原因

集电环温度过高的原因主要表现在如下几个方面：

1）电刷与集电环接触为点接触或线接触。

2）电刷与集电环安装时错位。

3）电刷压力过大或过小。压力过大，导致机械磨损增大；刷压过小则电气损耗过大。

4）集电环表面有油污或杂物。

5）电动机使用在振动较大的工况下，电刷因振动导致与集电环接触不良，并因此打火，使损耗增大，这样集电环温度也会升高。

6）电刷牌号不对，电流密度过大。

（二）集电环松动原因与修理

压塑料式集电环是将铜环、垫块、接线片用 4330 压塑料一起压铸而成的，使用起来比较牢固和可靠，它与轴产生配合上的松动是因为轴与集电环配合公差过盈不够。尤其在正、反转起、制动工况下，塑料经运行一段时间后收缩和开裂，将与轴产生一定的间隙，再经几次拆卸便会产生松动现象。松动严重的情况下必须卸下，更换同规格的集电环或者在原集电环的内侧涂上一层 XH-2 快固胶连同新的键一同换上。

套筒式集电环（YZR280 机座号以上为此种结构）的松动主要产生在铜环与套筒之间。这是因为套筒配合过盈不够，如果不采用铜环热套工艺，松动现象将更为严重。铜环经 150℃ 热套配合后，就不易松散，同时也避免了因层间绝缘漆老化和绝缘收缩等原因造成松动现象。出现松动的铜环要及时修理，首先从轴上拆下整个集电环，然后取下松动的铜环，清理原铜环处的套筒外表面，然后根据套筒的外径公差，重新配铜环，铜环与套筒配合公差应为 H8/n4，并将铜环加热小于 150℃，热套在套筒上。

（三）集电环表面损坏及修理方法

集电环经长期地工作，将因各种原因导致其工作面上出现斑点、条痕、凹痕、沟槽、印迹、磨伤等。

出现这些故障若不及时处理，轻则伤坏集电环，重则伤坏电动机，因此，必须及时地进行修理。

1. 一般修理

集电环表面有轻微损伤，如斑点、刷痕、轻度磨损等。先用细平锉或油石在转动下研磨，注意锉刀压力不要过大且要均匀，以免磨削过多或出现新的不平整。待伤痕消除后，用00号砂纸在高速下抛光，使集电环表面达 $R_a6.3 \sim R_a3.2$ 级表面粗糙度便可恢复使用。

2. 精修

当集电环表面失圆、表面有沟槽、烧伤及凹凸比较严重，沟深度达1mm且伤面占总面积20% ~30%，应将转子放到车床上进行精修，车削时，车刀要锋利，进刀量为0.2mm左右，表面线速度约2m/s，车削后的偏心度不超过0.03 ~0.05mm，然后用00号砂纸进行抛光，使环面粗糙度达到 $R_a3.2 \sim R_a1.6$。

（四）集电环绝缘损坏及修理方法

起重及冶金电动机的集电环结构比较简单，使用起来比较可靠，很少出现集电环绝缘损坏现象，但对于使用工况比较恶劣条件的场所，这类故障却时有发生，这是因为集电环经长期使用压塑料部位出现变脆、开裂现象，当外界煤粉，铁粉及其它导电粉尘和油污浸入时，便会造成集电环铜环与铜环之间击穿和对地击穿。尤其是引线联接处由于接触不良或者开焊，造成局部过热，都会使引接线连同绝缘一同烧断。出现上述故障时，应该仔细、谨慎地进行修复。

1. 集电环压塑料表面烧伤修理方法

可先将烧伤部分用尖铲剔除干净；然后进行擦洗，擦洗时将整个集电环压塑料部分都清理一遍，去掉导电粉尘。再用绝缘电阻表检查是否还有短路点，合格后可用6101号环氧树脂胶和650号固化剂混合后（各一半），涂在剔除部分，并要抹平，然后经8h干燥，浸155-1漆一次后即可使用。

2. 引线或接线片烧伤及处理

引线或接线片绝缘经常有烧伤现象，修复时须将原烧坏绝缘层清理干净，然后对其进行包绕，先包0.05mm厚的聚酰亚胺薄膜三层（半叠绕），再用0.1mm厚的无碱带半叠绕一层，涂上快干漆，干漆后即可使用。

二、刷握装置故障与修理

刷握装置是绕线转子电动机最复杂的部件，同时也最易出现故障。其结构见图1-47，具体故障原因及处理方法见表1-30。

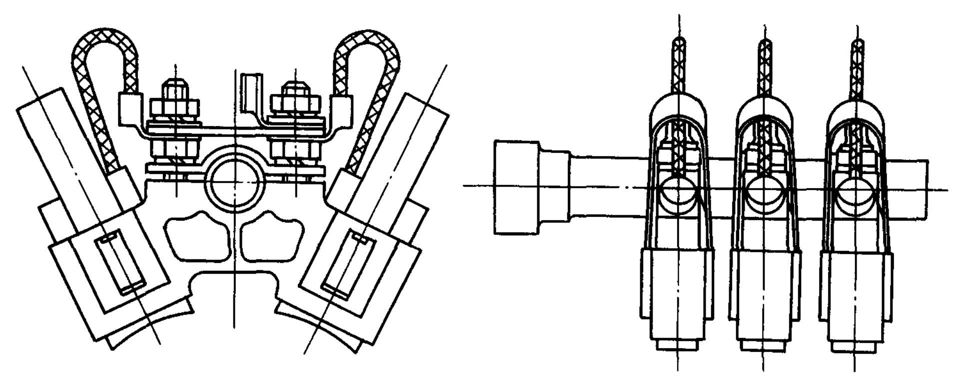


图1-47 刷握装置

表1-30 刷握装置的故障及修理方法

序号	故障现象	故障原因	处理方法
1	电刷过热	1）电刷压力太大或太小 2）电刷与集电环是线或点接触 3）电刷与集电环错位 4）各电刷压力不匀造成负载分配不匀	1）调整压力或更换弹簧 2）用粗砂纸绑在集电环外圆，进行人工磨弧，使接触面达到80% 3）调整刷握装置使各电刷与集电环对正 4）调整电刷压力，更换大小不等的电刷
2	电刷在刷盒内卡住不动	1）刷盒内粗糙度太差 2）电刷尺寸大 3）电刷灰及其它粉尘填满刷盒内 4）电刷辫太短	1）将刷盒内壁重新加工，R_a 达到6.3 2）将大的部分磨小 3）用压缩气体将灰粉清除 4）更换合格电刷

（续）

序号	故障现象	故障原因	处理方法
3	电刷压力小	1）弹簧质量不好 2）弹簧过热退火 3）电刷是否卡住不动	1）更换合格弹簧 2）更换合格弹簧 3）按本表序号2处理
4	电刷跳动运行产生火花	1）刷杆与端盖固定螺栓脱落 2）刷握与刷杆紧固螺母松脱 3）电刷压力太小 4）集电环材质不合格	1）重新拧紧螺栓 2）重新拧紧螺母 3）按本表序号3处理 4）更换集电环
5	压力弹簧夹断裂	1）铆钉未铆牢 2）使用疲劳断裂 3）刷辫断开后由弹簧导电过热后退出	1）重新铆牢 2）重新更换 3）重新更换电刷和弹簧
6	刷盒松动	刷握与刷杆紧固螺母松动	重新紧固螺母

第八节　修理实例

一、ZD1-22-4 锥形转子电动机重绕修理

锥形转子电动机重绕修理与普通笼型电动机重绕修理工作不完全相同，这是因为锥形转子电动机所需的轴向磁拉力额定值必须相当精确。所以，该类电动机既不能进行变极重绕，也不能进行增容重绕，一般情况下，必须在原绕组拆除前精确记录修理需要的有关数据，才能进行重绕修理。现以 ZD1-22-4 1.5kW 锥形转子电动机定子绕组烧毁重绕修理为例阐述如下：

（一）记录铭牌数据

该电动机铭牌数据有：功率：1.5kW；极数：4；电压：380V；电流：4.3A；转速：1380r/min；功率因数：0.735；频率：50Hz；联结：丫；相数：3 相；最大转矩倍数：2.5；起动转矩倍数：2.5；起动电流：24A；定额：25%；绝缘等级：F 级。

（二）拆除绕组前后需记录数据

拆除绕组前后，需要记录的数据有：定子铁心长：100mm；线圈节距：1～6；槽数：24；每极每相槽数：2；并联支路数：1；绕组型式：单层；每槽导体数；60；每根导线组合：1×ϕ0.85mm；实测槽绝缘，端部绝缘；槽楔尺寸；根据测得的数据绘出定子接线图；测出线圈平均半匝长。

（三）嵌线、接线

根据整个线圈的半匝长和铁心长以及在铁心上量得的绕组伸出铁心部分的长短和线圈节距，核算得线圈模宽 67mm，长 120mm，具体尺寸如图 1-48 所示。

然后绕制新线圈，下料裁出槽绝缘、端部绝缘。并准备好槽楔及其它材料和嵌线工具，准备嵌线。

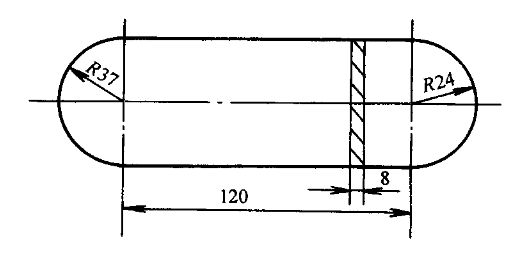


图 1-48　绕线模尺寸图

1）先在铁心槽中插入槽绝缘；
2）根据绘出的定子下线图进行下线；
3）封口、打入槽楔并垫好端部绝缘；
4）按规律接线，绑扎端部；
5）进行浸漆，干燥后进行试验。

（四）试验

嵌线完毕后要进行相间及对地试验，试验电压为 2000V，耐压试验 1min 后，合格可进行电机组装，并做试验。检验各种电气性能是否符合铭牌规定的要求。

二、YZR280 电动机转子一头弯线圈计算

绕线转子绕组的硬线圈通常分为两种结构，一种为两头弯，一种为一头弯，起重及冶金电动机通常采用一头弯结构，其优点是从电磁计算方面可以使电气性能更加优化，从线圈两端焊接方面可以使手续简便，绝缘不受损伤。为了修理及设计人员工作方便，下面列出起重及冶金用绕线转子电动机转子一头弯线

圈计算程序。

（一）整矩线圈

1. 两线圈边所在槽所跨机械角度

$$\alpha_1=\frac{360y_2}{Q_2}$$

式中　y_2——转子线圈节距；

Q_2——转子槽数。

2. 线圈半径

R_1、R_2、R_3、R_4、R 见图 1-49。

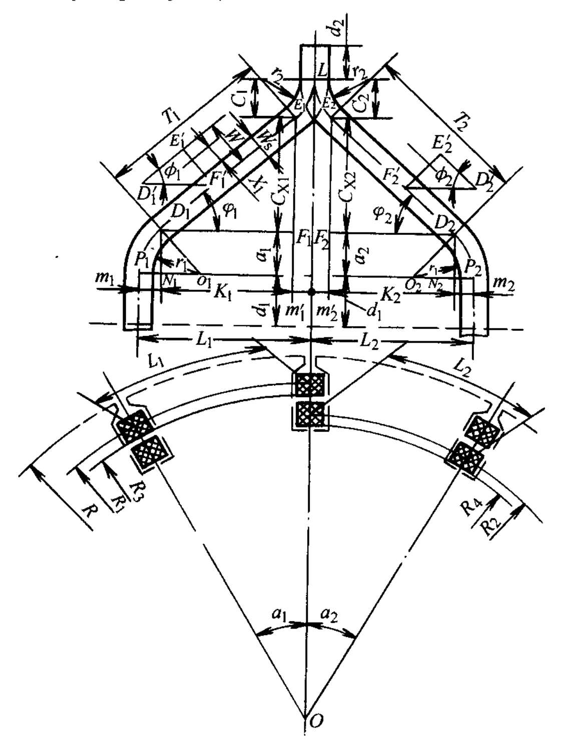


图 1-49　插入式线圈

3. 端线部分绝缘后之宽度

W_{s1}为上层线宽度，W_{s2}为下层线宽度。

相邻两线圈斜边间隙；上层线圈 X_i 为 0.6mm，下层线圈 S_i 为 0.5mm。

相邻两线圈斜边导线之距离

$$W_1=W_{s1}+0.6\ (\text{mm})$$

$$W_2=W_{s2}+0.5\ (\text{mm})$$

4. 上、下层线圈端部一边射线弧长

$$L_1=\frac{2\pi R_1y_2}{Q_2}\quad(\text{mm})$$

$$L_2=\frac{2\pi R_2y_2}{Q_2}\quad(\text{mm})$$

5. 上层线圈端部展开时与铁心端面直线所成的平面角 φ_1

$$\sin\varphi_1=\frac{W_1Q_2}{2\pi R_3}$$

下层线圈端部展开时与铁心端面直线所成的平面角 φ_2

$$\sin\varphi_2=\frac{W_2Q_2}{2\pi R_4}$$

6. 从直线部分转向斜边的弯曲半径

$$r_1=r_2=10\text{mm}$$

7. 弯曲半径在铁心端面直线上的投影长

$$M_1=(2r_1+a)(1-\sin\varphi_1)\quad(\text{mm})$$

$$M_2=(2r_2+a)(1-\sin\varphi_2)\quad(\text{mm})$$

式中　a——转子铜排宽度（mm）。

8. 上、下层线圈斜边射线弧长

$$K_1=L_1-M_1\quad(\text{mm})$$

$$K_2=L_2-M_2\quad(\text{mm})$$

9. 弯曲半径在铁心轴线方向投影长

$$a_1=c_1=\left(r_1+\frac{a}{2}\right)\cos\varphi_1\quad(\text{mm})$$

$$a_2=c_2=\left(r_2+\frac{a}{2}\right)\cos\varphi_2\quad(\text{mm})$$

10. 上层线圈斜边在铁心轴线方向投影长

$$C_{x1}=K_1\text{tg}\varphi_1\quad(\text{mm})$$

下层线圈斜边在铁心轴线方向投影长

$$C_{x2}=K_2\text{tg}\varphi_2\quad(\text{mm})$$

11. 上层线圈斜边展开长

$$T_1=\frac{C_{x1}}{\sin\varphi_1}\quad(\text{mm})$$

12. 下层线圈斜边展开长

$$T_2=\frac{C_{x1}}{\sin\varphi_2}\quad(\text{mm})$$

上层线圈由于 r_1 所接之弧长

$$e_1=\frac{\pi\left(r_1+\frac{a}{2}\right)(90°-\varphi_1)}{180°}\quad(\text{mm})$$

下层线圈由于 r_2 所接弧长

$$e_2=\frac{\pi\left(r_2+\frac{a}{2}\right)(90°-\varphi_2)}{180°}\quad(\text{mm})$$

13. 直线部分伸出铁心长 d_1

取 $d_1=15\sim20\text{mm}$

接头部分伸出长

d_{2W} = 并头套宽度 +（5～10）mm

14. 线圈端部伸出长

上层　$Z_1=d_1+c_1+C_{x1}+a_1+d_{2W}$　(mm)

下层　$Z_2=d_1+c_2+C_{x2}+a_2+d_{2W}$　(mm)

15. 上层线圈平均长

$$l_{z1}=l+d_1+T_1+2e_1+d_{2W}+Z_2\quad(\text{mm})$$

式中　l——转子铁心长（mm）。

16. 下层线圈平均长

$$l_{z2}=l+d_2+T_2+2l_2+d_{2W}+Z_1 \quad (mm)$$

式中　l——转子铁心长（mm）。

（二）短距线圈

短距线圈的计算同整距线圈，不同之处：

1）y_2＝实际短距线圈节距。

2）接头部分伸出长

$$d_{2s}=d_{2W}+[C_{x1}(整距)-C_{x1}(短距)] \quad (mm)$$

（三）线圈端部实际弯曲半径计算

已知：α、R、φ 及图 1-50。

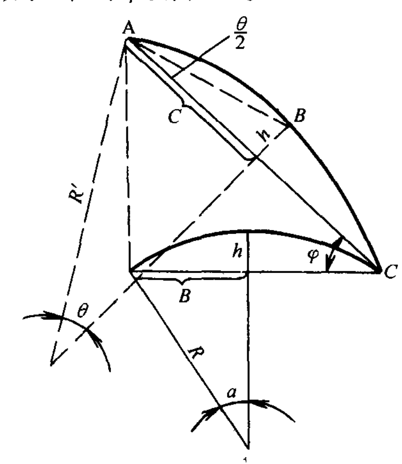


图 1-50　弯曲半径计算图

求：实际弯曲半径 R'，实际弧长$\widehat{ABC}$

解：$h=R(1-\cos\alpha)$

$\alpha=\alpha_1/2$　（α_1 见图 1-49）

R 在上层线时为 R_3，在下层线时为 R_4

$$2B=2R\sin\alpha$$

$$2C=2B/\cos\varphi$$

式中　φ：上层线用 φ_1，下层线用 φ_2 代替。

$$\theta=2\arctan\frac{h}{C}$$

实际弯曲半径　$R'=\dfrac{C}{\sin\theta}$　（mm）

实际弧长　$\widehat{ABC}=2\theta\dfrac{2\pi R_2}{360}$　（mm）

在计算中，项 15、上、下层线圈平均长 l_{z1}，l_{z2}公式中的 T_1、T_2 值为线圈端部斜边的弦长，求线圈实际平均长时应以第（三）项公式的实际弧长代替 T_1、T_2。

（四）计算实例

YZR280M 37kW-10 极电动机转子槽形见图 1-51。

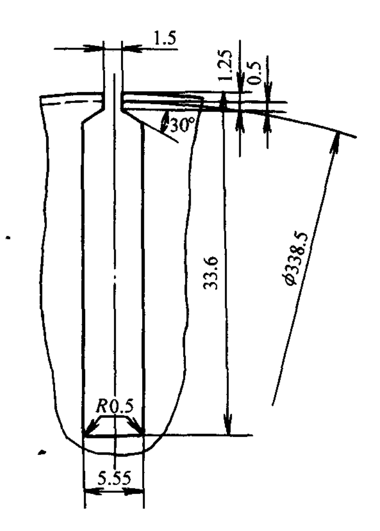


图 1-51　转子槽形图

由上图可计算出 R_1、R_2、R_3、R_4 尺寸并列于表 1-31。

表 1-31　YZR280M 线圈计算用数据

（mm）

R	R_1	R_2	R_3	R_4	整矩节距
169.25	159	145	152	138	1—9 1—8

短距节矩	线规	底垫	槽衬	Z_2	l
1—8 1—7	$(a\times b)$ 2.8×12.5	0.5	0.15	75	370

注：表中　a——扁铜线宽度加线圈绝缘厚度。

1. $\alpha_1=38.4°$（节距为 1—9，具体参见图 1-29）

   $\alpha_1=33.6°$（节距为 1—8）

2. $R_1=\dfrac{1}{2}$(槽底圆直径＋底垫厚＋槽衬厚＋槽形公差＋装配间隙＋铜线宽)＝

$$\frac{1}{2}(272.8+0.5\times2+0.15\times2+14\times3+0.4+0.2)mm=159mm$$

$$R_2=\frac{1}{2}(272.8+0.5\times2+0.15\times2+0.4+0.2+14)mm=145mm$$

$$R_3=152mm$$

3. 上、下层整距线圈绝缘及厚度见表 1-27

$$W_{S2}=3.6mm$$

$$W_1=3.6mm+0.6mm=4.2mm$$

$$W_2=3.6mm+0.5mm=4.1mm$$

4. $L_1=\dfrac{2\times\pi\times159\times8}{75}mm=106mm$

$$L_2 = \frac{2\times\pi\times145\times7}{75}\text{mm} = 85\text{mm}$$

5. $\sin\varphi_1 = \frac{4.2\times75}{2\pi\times152} = 0.33$

$\sin\varphi_2 = \frac{4.1\times75}{2\pi\times138} = 0.355$

6. $r_1 = r_2 = 10$

7. $M_1 = (2\times10+2.8)(1-0.33)\text{ mm} = 15.3\text{mm}$

$M_2 = (2\times10+2.8)(1-0.355)\text{ mm} = 14.7\text{mm}$

8. $K_1 = 106-15.3\approx91\text{mm}$

$K_2 = 85-14.7\approx70\text{mm}$

9. $a_1 = c_1 = \left(10+\frac{2.8}{2}\right)\times0.944\text{mm} = 10.76\text{mm}$

$a_2 = c_2 = \left(10+\frac{2.8}{2}\right)\times0.935\text{mm} = 10.66\text{mm}$

10. $C_{x1} = 91\times0.349\text{mm} = 31.8\text{mm}$

$C_{x2} = 70\times0.379\text{mm} = 26.55\text{mm}$

11. $T_1 = \frac{31.8}{0.33}\text{mm}\approx96\text{mm}$

$T_2 = \frac{26.55}{0.355}\text{mm}\approx75\text{mm}$

12. $e_1 = (10+2.812)(90°-21.4°)\frac{\pi}{180}\text{mm} = 15.6\text{mm}$

$e_2 = (10+2.812)(90°-23.1°)\frac{\pi}{180}\text{mm} = 15.3\text{mm}$

13. 取 $d_1 = 15\text{mm}$

接头部分伸出长分别为 30mm 和 20mm

14. $Z_1 = (15+10.76+31.8+10.76+30)\text{ mm}\approx98\text{mm}$

$Z_2 = (15+10.66+26.55+10.66+20)\text{ mm}\approx82\text{mm}$

15. $l_{z1} = (370+15+96+2\times15.6+30+82)\text{ mm} = 624\text{mm}$

$l_{z2} = 370+15+75+2\times15.3+20+98\text{mm} = 608\text{mm}$

16. 短矩线圈计算方法同上，不同之处见计算程序。

17. 线圈端部实际弯曲半径的计算（上层）

$$h = 152(1-\cos19.2°)\text{mm} = 6.86\text{mm}$$

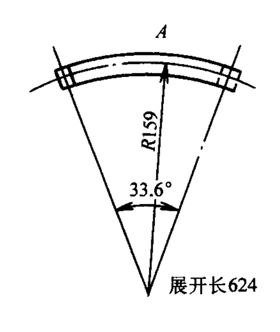
$$2B = 2\times152\sin19.2°\text{mm} = 90\text{mm}$$

$$2C = \frac{2B}{\cos21.4}\text{mm} = 95\text{mm}$$

$$\theta = 2\arctan\frac{6.86}{48}\text{mm} = 18.1\text{mm}$$

$$R' = \frac{48}{0.28}\text{mm} = 171\text{mm}$$

18. 上层线圈计算后的数据及尺寸见图 1-52。



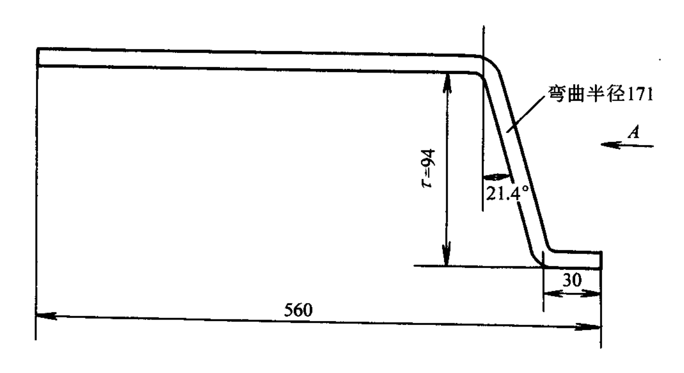


图 1-52 转子上层线圈尺寸图（整距）

在计算中，项 15 上、下层线圈平均长 l_{z1}、l_{z2}公式中的 T_1、T_2 值为线圈端部斜边的弦长，求线圈实际平均长时应以第（三）项公式的实际弧长代替 T_1、T_2。

上述计算公式系根据上海电器所编制的《中小型异步电机电磁计算程序》中线圈计算程序插入式转子线圈计算公式，考虑一头拐弯的特点而编制，计算时可参照使用。

三、YZR2-280S1 电动机集电环修理

（一）故障特征

YZR2-280S1 37kW-10 极（基准工作制 S3—40%）在做型式试验时，根据计算后的转子温升（标准为 105k）为 $N_{01} = 105.8\text{k}$；$N_{02} = 124.7\text{k}$。温升限值已超过标准。

（二）分析与检查

温升限值超过标准的原因可能有以下几点：

1）转子线圈接头松脱；

2）碳刷与集电环接触不良；

3）铁心叠压与浸漆质量不佳。

经过分析，认为该故障可能出现在集电环部分。经过拆检发现一台样机的电刷中心线未与集电环中心线对齐，且电刷与集电环接触面相互错位 3～5mm，每只电刷磨损面积不到 18%。另一台样机电刷接触面积也不到 20%，这两台样机的集电环表面都有深槽和条沟，并且表面颜色为黑兰。这是因为电刷与集电环接触面积小，电流密度过大发热而造成的。

（三）修理与试验

首先拆掉刷握，然后用#00 砂布打光集电环外表面，以去掉沟槽。然后，装上刷握，并在集电环外表面绑上砂纸对电刷进行磨弧，磨好后，拆掉砂纸，装好其它部件，重新做试验其温升值为 N_{01} = 86.6k，N_{02} = 90.1k。合格。

四、技术数据表

表 1-32 为 YZR 系列铁心绕组数据；表 1-33 为 YZR2 系列铁心绕组数据；表 1-34 为 JZR、JZ、JZRB、JZB 系列技术数据汇总。表 1-35 为 JZR2 系列技术数据汇总。

表 1-32　YZR 系列冶金及起重用三相异步电动机铁心及绕组数据(380V,50Hz)

型号	额定功率/kW	定子铁心				定子绕组						转子绕组						
		外径/mm	内径/mm	长度/mm	槽数	每槽线数	线规 n_c-d_c/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	每槽线数	线规 n_c-d_c 或 $a\times b$/mm×mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	槽数
YZR112M-6	1.5	182	127	95		42	1-φ0.75	1.61				14	1-φ0.9 1-φ1.0	1.33				
YZR132M1-6	2.2	210	148	100	45	34	1-φ0.95	2.47		1—8	Y	15	2-φ1.12	3.44			Y	
YZR132M2-6	3.7			150		24	2-φ0.85	3.44						2.4				
YZR160M1-6	5.5			115		40	1-φ1.0	4.13						4.55	单层链式			
YZR160M2-6	7.5	245	182	150		30	1-φ1.18	4.9			2Y	22	3-φ1.0	5.2		1—6		36
YZR160L-6	11			210		22	2-φ0.95	6.07		1—9				6.25			2Y	
YZR180L-6	15	280	210	200	54	28	2-φ0.9	6.34				16	3-φ1.3	7.75				
YZR200L-6	22	327	245			24	2-φ1.25	11.6				19	4-φ1.25	12.2				
YZR225M-6	30			255		20	2-φ1.4	13.3	双层叠式	1—8	3Y			13.9				
YZR250M1-6	37	368	280	280		14	3-φ1.3	18		1—11			3-φ1.4 1-φ1.3	17.6		2/1—9		54
YZR250M2-6	45			330		12	3-φ1.4	19.75						19.2		1/1—8	3Y	
YZR280S-6	55	423	310	285	72	24	2-φ1.18 1-φ1.12	36.5		1—12	6Y	12	6-φ1.3	23.1	双层叠式	1—9		48
YZR280M-6	75			360		18	3-φ1.18 1-φ1.12	30.5						26.8				
YZR160L-8	7.5	245	182	210	54	14	2-φ1.18	5.36		1—7	Y	24	2-φ1.18	5.55		1—5		36
YZR180L-8	11	280	210	200	60	24	2-φ1.06	8		1—8	2Y	14	3-φ1.25	7.33	单层链式	1—6	2Y	48
YZR200L-8	15	327	245			20	3-φ1.12	11.9				12	4-φ1.3	10.1				

（续）

型号	额定功率/kW	定子铁心 外径/mm	内径/mm	长度/mm	槽数	定子绕组 每槽线数	线规 n_c-d_c/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	转子绕组 每槽线数	线规 n_c-d_c 或 $a\times b$/mm×mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	槽数
YZR225M-8	22	327	245	255	60	16	3-ϕ1.3	13.93	双层叠式	1—7	2Y	12	4-ϕ1.3	11.35	单层链式	1—6	2Y	48
YZR250M1-8	30	368	280	280		12	2-ϕ1.4 1-ϕ1.3	12.15		1—8		11	3-ϕ1.4 1-ϕ1.3	12.9				
YZR250M2-8	37			350		10	4-ϕ1.3	15.2						14.9				
YZR280S-8	45	423	310	285	72	18	1-ϕ1.4 1-ϕ1.3	33.5		1—9	4Y	10	6-ϕ1.4	21	双层叠式	1—7		54
YZR280M-8	55			360		16	4-ϕ1.25	28.3		1—8				24.4				
YZR315S-8	75	493	400	340		14	3-ϕ1.4 1-ϕ1.3	30.2					2.24×16	28.2	双层波式	1—13 1—12	Y	96
YZR315M-8	90			430		12	4-ϕ1.3 1-ϕ1.4	34.8						43.4				
YZR280S-10	37	423	310	325	60	30	2-ϕ1.3	22		1—6	5Y		2.8×12.5	11.55	双层波式	1—8		75
YZR280M-10	45			370		26	3-ϕ1.18	25						12.1				
YZR315S-10	55	493	400	340	75	18	1-ϕ1.25 2-ϕ1.18	23.5		1—8			2.24×16	35.8	双层波式	1—9 1—10		90
YZR315M-10	75			430		14	3-ϕ1.4	28.1						40.3				
YZR355M-10	90	560	460	380	90	26	2-ϕ1.18 1-ϕ1.12	40.7		1—9	10Y		3.15×16	63.9		1—11 1—12		105
YZR355L1-10	110			470		22	2-ϕ1.25 1-ϕ1.3	47.4						72.2				
YZR355L2-10	132			540		18	3-ϕ1.4	52.2						78.7				

表 1-33　YZR2 系列冶金及起重用三相异步电动机铁心及绕组数据(380V,50Hz)

型号	额定功率/kW	定子铁心 外径/mm	内径/mm	长度/mm	槽数	定子绕组 每槽线数	线规 n_c-d_c/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	转子绕组 每槽线数	线规 n_c-d_c 或 $a\times b$/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	槽数
YZR2-100L-4	2.2	155	102	100	36	40	1-ϕ0.75 1-ϕ0.71	2.5	单层绕组	1—9	1Y	14	3-ϕ1.0	1.5	单层绕组	1—6	1Y	24
YZR2-112M1-4	3.0	182	124	85		34	2-ϕ0.75	2.4				15	4-ϕ0.9	1.8				

（续）

型号	额定功率/kW	定子铁心				定子绕组						转子绕组						
		外径/mm	内径/mm	长度/mm	槽数	每槽线数	线规 $n_c - d_c$ /mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	每槽线数	线规 $n_c - d_c$ 或 $a \times b$ /mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	槽数
YZR2-112M2-4	4.0	182	124	105	36	28	1-φ0.85 1-φ0.8	2.5	单层绕组	1—9	1Y	17	2-φ0.85 2-φ0.8	1.8	单层绕组	1—6	1Y	24
YZR2-132M1-4	5.5	210	138	110		52	1-φ0.85 1-φ0.75	4.6	双层叠式		2Y	15	5-φ0.95	3.0				
YZR2-132M2-4	6.3			120		48	1-φ0.85 1-φ0.8	5				16	3-φ0.95 2-φ0.9	3				
YZR2-160M1-4	7.5	245	165	110	48	34	2-φ0.85	5.3		1—12		22	4-φ0.85	4.4		1—9	2Y	36
YZR2-160M2-4	11			145		26	1-φ1.0 1-φ0.95	6				17	3-φ1.12	5				
YZR2-160L-4	15			180		20	2-φ1.12	6.8				18	3-φ1.12	6				
YZR2-180L-4	22	280	195	180		18	2-φ1.06 1-φ1.18	9		1—11		17	3-φ1.32	8.5				
YZR2-200L-4	30	327	220	175		16	2-φ1.32 1-φ1.4	12.5				15	4-φ1.4	11.5				
YZR2-225M-4	37			230		12	3-φ1.32 1-φ1.4	14.5		1—12		13	3-φ1.18 3-φ1.25	13	单层绕组			
YZR2-250M1-4	45	368	250	220	60	20	3-φ1.18	18.5	双层叠式	1—15	4Y	12	3-φ1.4 2-φ1.32	17.5		1—12	4Y	48
YZR2-250M2-4	55			270		18	3-φ1.25	20		1—14		13	4-φ1.5	20.2				
YZR2-280S1-4	63	423	290	280		18	5-φ1.32	37.4				7	6-φ1.5 6-φ1.4	31		1—13	2Y	
YZR2-280S2-4	75			260		16	5-φ1.4	39.5				6		32.1				
YZR2-280M-4	90			300		14	4-φ1.4 2-φ1.32	42.7				7		35.2				
YZR2-315S-4	110	493	340	290	96	8	6-φ1.32	38.8		1—23		2	3.15×16	45.5		1—19	1Y	72
YZR2-315M-4	132			370		6	7-φ1.4	43.6		1—24				51				
YZR2-112M1-6	1.5	182	124	85	45	46	1-φ0.9	2.5	双层叠式	1—8	1Y	16	2-φ1.0	1.5		1—6	1Y	36
YZR2-112M2-6	2.2			105		36	1-φ0.75 1-φ0.71	2.8						1.6				
YZR2-132M1-6	3.0	210	148	85		34	2-φ0.85	3.6		1—8	1Y	13	2-φ0.95 2-φ1.0	2.5	单层绕组	1—6	1Y	36
YZR2-132M2-6	4.0			105		28	2-φ0.95	4				18	3-φ0.95	2.8				
YZR2-160M1-6	5.5	245	182	110	54	56	1-φ0.85	4.2		1—9	3Y	21	4-φ0.9	4.2			2Y	

（续）

型号	额定功率/kW	定子铁心				定子绕组						转子绕组						
		外径/mm	内径/mm	长度/mm	槽数	每槽线数	线规 n_c-d_c/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	每槽线数	线规 n_c-d_c 或 $a\times b$/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	槽数
YZR2-160M2-6	7.5	245	182	145	54	28	2-φ0.85	4.8	双层叠式	1—9	2Y	21	4-φ0.9	4.8	单层绕组	1—6	2Y	36
YZR2-160L-6	11			190		22	2-φ0.95	5.3				22	3-φ1.0	5.5				
YZR2-180L-6	15	280	210	200		28	2-φ0.95	7.8			3Y	16	3-φ1.06 2-φ1.0	5.4				
YZR2-200L-6	22	327	245	185	72	22	1-φ1.25 1-φ1.18	13.2		1—12		15	4-φ1.25	12.8		1—9	3Y	54
YZR2-225M-6	30			240		16	1-φ1.5 1-φ1.4	15.6				14	4-φ1.32	15.5				
YZR2-250M1-6	37	368	280	250		14	3-φ1.32	18				12	4-φ1.5	18.3				
YZR2-250M2-6	45			300		12	2-φ1.4 1-φ1.5	20.1						20.4				
YZR2-280S1-6	55	423	310	230		26	1-φ1.12 2-φ1.18	25.5			6Y	13	6-φ1.32	23.8		1—10		
YZR2-280S2-6	63			260		22	2-φ1.25 1-φ1.32	27.7				12	1-φ1.4 4-φ1.5	24.6				
YZR2-280M-6	75			320		20	2-φ1.32 1-φ1.4	30.8				11	4-φ1.4 2-φ1.5	28.6				
YZR2-315S-6	90	493	370	300	90	14	2-φ1.32 2-φ1.25	34.3		1—14		2	3.15×16	41.5		1—13	1Y	72
YZR2-315M-6	110			380		12	3-φ1.4 1-φ1.32	38.8						46.8				
YZR2-160L-8	7.5	245	182	190	54	28	2-φ0.85	5		1—7	2Y	24	2-φ0.95 1-φ1.0	5.2	双层叠式	1—5	2Y	36
YZR2-180L-8	11	280	210	200	60	24	1-φ1.12 1-φ1.06	8.2				13	2-φ1.18 2-φ1.12	7.6		1—6		48
YZR2-200L-8	15	327	245	185	72	38	1-φ0.95 1-φ0.9	11.7		1—9	4Y	12	4-φ1.4	11.7		1—7		54
YZR2-225M-8	22			240		28	2-φ1.06	13.1						13.7				
YZR2-250M1-8	30	368	280	250		12	4-φ1.25	16.5		1—9	2Y	12	2-φ1.4 3-φ1.32	16.8		1—7		

（续）

型号	额定功率/kW	定子铁心 外径/mm	内径/mm	长度/mm	槽数	定子绕组 每槽线数	线规 n_c-d_c/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	转子绕组 每槽线数	线规 n_c-d_c 或 $a\times b$/mm	铜重/kg	绕组型式	节距	联结	槽数
YZR2-250-M2-8	37	368	280	300	72	10	3-ϕ1.4 1-ϕ1.32	1.82	双层叠式	1—8	2Y	10	4-ϕ1.32 2-ϕ1.4	18.8	双层叠式	1—7	2Y	54
YZR2-280S-8	45	423	310	260		20	2-ϕ1.32 1-ϕ1.4	25.2		1—9	2Y	12	3-ϕ1.4 3-ϕ1.32	20.5		1—6		
YZR2-280M-8	55			320		16	3-ϕ1.5	28.4				10	3-ϕ1.32 4-ϕ1.4	23.2				
YZR2-315S1-8	63	493	370	300		16	3-ϕ1.4 1-ϕ1.5	35				2	2.5×16	40.7		1—13	1Y	96
YZR2-315S2-8	75			330		14	3-ϕ1.32 2-ϕ1.4	36.5						42.8				
YZR2-315M-8	90			380		12	4-ϕ1.32 2-ϕ1.4	40.7						46.3				
YZR2-355M-8	110	560	450	350	96	16	2-ϕ1.18 2-ϕ1.25	40.7		1—12	8Y	2	3.55×16	50		1—10		72
YZR2-355L1-8	132			410		14	3-ϕ1.32 1-ϕ1.25	45						54				
YZR2-355L2-8	160			470		12	2-ϕ1.4 2-ϕ1.5	52.1						59.1				
YZR2-280S-10	37	423	340	260	60	34	2-ϕ1.32	21.5		1—6	5Y	12	2-ϕ1.4 2-ϕ1.32	19		1—7	5Y	75
YZR2-280M-10	45			320		28	3-ϕ1.18	24.3				10	3-ϕ1.5 1-ϕ1.6	23.6		1—8		
YZR2-315S1-10	55	495	400	300	75	20	3-ϕ1.25	25.5		1—8		2	2.24×16	32.8		1—10	1Y	90
YZR2-315S2-10	63			330		18	2-ϕ1.32	27.2						34.5				
YZR2-315M-10	75			380		16	3-ϕ1.4	29.7						37.5				
YZR2-355M-10	90	560	450	350	90	28	2-ϕ1.18 1-ϕ1.25	45.8		1—9	10Y	2	3.15×16	62		10.5		105
YZR2-355L1-10	110			430		24	3-ϕ1.32	53.8						69.8				
YZR2-355L2-10	132			490		20	2-ϕ1.4 1-ϕ1.5	57.9						75.6				

表 1-34　JZR、JZ、JZRB、JZB 系列三相异步电动机技术数据汇总

型号	容量	电压	定子外径	定子内径	转子内径	铁心长度	空气隙	槽配合		联结		定子绕组数据						转子绕组数据					
												节距	每槽线数	线圈型式	槽满率	每台铜重	并联路数	节距	每槽线数	线圈型式	槽满率	每台铜重	并联路数
	kW	V	mm	mm	mm	mm	mm	定子	转子	定子	转子				(%)	kg					(%)	kg	
JZR/JZRB11-6	2.2	380	210	148	55	100	0.45	45	36	1△/Y	1Y	1—7	36	双叠	74.9	2.57	1	1—7	16	单层链式	71.5	1.72	1
JZR/JZRB12-6	3.5	380	210	148	55	155	0.45	45	36	1△/Y	1Y	1—7	24	双叠	72.1	3.09	1	1—7	16	单层链式	71.5	2.14	1
JZR/JZRB21-6	5	380	245	170	65	132	0.45	54	36	1△/Y	1Y	1—9	18	双叠	70.1	4.71	1	1—7	12	单层链式	75.6	3.62	1
JZR/JZRB22-6	7.5	380	245	170	65	185	0.45	54	36	2△/Y	1Y	1—9	26	双叠	74	5.45	2	1—7	12	单层链式	75.6	432	1
JZR/JZRB31-8	7.5	380	280	200	75	190	0.5	54	48	1△/Y	1Y	1—8	14	双叠	78.6	6.2	1	1—7	8	单层链式	78.2	5.0	1
JZR/JZRB31-6	11	380	280	200	72	190	0.5	54	36	1△/Y	1Y	1—9	10	双叠	76.9	6.65	1	1—7	8	单层链式	75.4	5.33	1
JZR/JZRB41-8	11	380	327	240	85	165	0.55	72	48	2△/Y	2Y	1—8	20	双叠	73.6	8.33	2	1—7	12	单层链式	70.6	6.77	2
JZR/JZRB42-8	16	380	327	240	85	245	0.55	72	48	2△/Y	2Y	1—8	14	双叠	76.1	10.12	2	1—7	12	单层链式	70.6	8.44	
JZR/JZRB51-8	22	380	368	280	100	240	0.6	72	60	4△/Y	2Y	1—8	26	双叠	74.7	13.8	4	1—8/9	8	单层链式	74.8	13.55	2
JZR/JZRB52-8	30	380	368	280	100	240	0.6	72	60	2△/Y	2Y	1—8	10	双叠	73.8	15.8	2	1—8/9	8	单层链式	74.8	16.15	
JZR/JZRB61-10	30	380	493	372	125	190	0.75	75	90	5△/Y	1Y	1—7	32	双叠	74.8	22.6	5	1—9/10	2	双层波式	74.8	18.1	2
JZR/JZRB62-10	45	380	493	372	125	290	0.75	75	90	5△/Y	1Y	1—7	22	双叠	72.2	27.2	5	1—9/10	2	双层波式	74.8	22.1	2
JZR/JZRB63-10	60	380	493	372	125	380	0.75	75	90	5△/Y	1Y	1—7	18	双叠	76.2	36	5	1—9/10	2	双层波式	74.8	25.8	2
JZR/JZRB71-10	80	380	615	460	285	270	1.0	90	105	10△/Y	1Y	1—8	30	双叠	70.7	45.7	10	1—11/12	2	双层波式	74.8	37.2	2
JZR/JZRB72-10	100	380	615	460	285	340	1.0	90	105	10△/Y	1Y	1—8	24	双叠	68.3	52.25	10	1—11/12	2	双层波式	74.8	41.7	
JZR/JZRB73-10	125	380	615	460	285	420	1.0	90	105	10△/Y	1Y	1—8	20	双叠	68.2	58.3	10	1—11/12	2	双层波式	74.8	46.83	
JZR/JZB11-6	22	380	210	148	55		0.45	45	41	1△/Y	1Y		36	双叠	74.9	2.57	1						
JZR/JZB12-6	3.5	380	210	148	55		0.45	45	41	1△/Y	1Y		24	双叠	72.1	3.09	1						
JZR/JZB21-6	5	380	245	170	65		0.45	54	44	1△/Y	1Y		18	双叠	70.1	4.71	1						
JZR/JZB22-6	7.5	380	245	170	65		0.45	54	44	1△/Y	1Y		26	双叠	74	5.45	2						
JZR/JZB31-8	7.5	380	280	200	75		0.5	54	64	1△/Y	1Y		14	双叠	78.6	6.2	1						
JZR/JZB31-6	11	380	280	200	75		0.5	54	64	1△/Y	1Y		10	双叠	76.7	6.65	1						
JZR/JZB41-8	11	380	327	240	85		0.55	72	60	1△/Y	1Y		20	双叠	73.6	8.33	2						
JZR/JZB42-8	16	380	327	240	85		0.55	72	60	1△/Y	1Y		14	双叠	76.1	10.12	2						
JZR/JZB51-8	22	380	368	280	100		0.6	72	60	1△/Y	1Y		26	双叠	74.7	13.8	4						
JZR/JZB52-8	28	380	368	280	100		0.6	72	60	1△/Y	1Y		10	双叠	73.8	15.8	2						

（续）

型号	额定功率 /kW			频率	额定转数	相数	绝缘等级	环境温度	定子电流	转子开路电压	转子额定电流	定子电阻	转子电阻	满载励磁电流	定子铜耗	转子铜耗
	25%	40%	60%	Hz	r/min	相		C	A	V	A	Ω	Ω	A	W	W
JZR/JZRB11-6	2.2	1.8	1.5	50	882	3	A	35	7.22	137.4	12.41	0.638	0.638	4.34	584	313.4
JZR/JZRB12-6	3.5	2.5	2.0	50	900	3	A	35	10.55	207	12.36	2.11	0.795	6.43	7046	383
JZR/JZRB21-6	5	4.2	3.4	50	928	3	A/B	35/55	14.2	166	21	1.2	0.284	8.78	724	407.5
JZR/JZRB22-6	7.5	6.3	5.0	50	936	3	A/B	35/55	20.4	231	22.2	0.752	0.385	12.05	915	534.3
JZR/JZRB31-8	7.5	6.3	5.0	50	700	3	A/B	35/55	22.5	184.5	28	0.845	0.2195	14.4	1253	558
JZR/JZRB31-6	11	8.8	7.0	50	952	3	A/B	35/55	28.7	200	36.2	0.424	0.132	17.8	1050	573.3
JZR/JZRB41-8	11	8.8	7.0	50	706	3	A/B	35/55	31.2	156	47.6	0.464	0.0943	20.1	1362	712.5
JZR/JZRB42-8	16	13	10.5	50	712	3	A/B	35/55	43.15	224	47.4	0.292	0.1176	27.3	1634	864
JZR/JZRB51-8	22	17.5	14.5		720	3	A/B	35/55	53.3	199	71.7	0.192	0.0539	30.7	1632	939.7
JZR/JZRB52-8	30	23.5	19	50	722	3	A/B	35/55	70.7	259	74.8	0.1042	0.0643	38.8	2127	1192.3
JZR/JZRB61-10	30	24	20	50	572	3	A/B	35/55	79.2	141.3	139.5	0.1044	0.0221	50.6	1965	1499
JZR/JZRB62-10	45	36	30	50	577	3	A/B	35/55	110	204.5	140.7	0.0658	0.0271	67.4	2440	1818
JZR/JZRB63-10	60	48	40	50	577	3	A/B	35/55	135.5	251	153	0.047	0.0315	71.6	2590	2439.5
JZR/JZRB71-10	80	63	52	50	582	3	A/B	35/55	190	292	173	0.0284	0.0249	11.3	3080	2495
JZR/JZRB72-10	100	80	65	50	585	3	A/B	35/55	237	365	171	0.0207	0.0279	142.3	3470	2701
JZR/JZRB73-10	125	100	86	50	585	3	A/B	35/55	286	438	177.5	0.01683	0.03135	164	4140	3231
JZ/JZB11-6	2.2	1.8	1.5	50	852	3	A	35	6.61			3.74		3.59	491	402
JZ/JZB12-6	3.5	2.8	2.3	50	854	3	A	35	9.99			2.11		5.285	629	627
JZ/JZB21-6	5	4.2	3.4	50	906	3	A/B	35/35	13.15			1.2		7.26	623	545
JZ/JZB22-6	7.5	6.8	5.0	50	903	3	A/B	35/35	18.96			0.752		9.97	810	840
JZ/JZB31-8	7.5	6.8	5.0	50	690	3	A/B	35/35	19.4			0.845		11.53	997	679
JZ/JZB31-6	11	8.8	7.0	50	919	3	A/B	35/35	27.1			0.424		14.9	932	1003
JZ/JZB41-8	11	8.8	7.0	50	686	3	A/B	35/35	28.65			0.464		16.67	1144	1074
JZ/JZB42-8	16	13	10.5	50	685	3	A/B	35/35	40.3			0.292		22.65	1428	1581
JZ/JZB51-8	22	17.5	14.5	50	694	3	A/B	35/35	51			0.192		25.25	1600	1853
JZ/JZB52-8	28	22	17.5	50	696	3	A/B	35/35	64			0.142		31.7	1747	2275

（续）

型　号	铁耗	杂散耗	风磨耗	总损耗	效率	功率因数	定子绕组温升 /°C			转子绕组温升 /°C			最大转矩	起动转矩倍数	起动电流倍数
	W	W	W	W	(%)		25%	40%	60%	25%	40%	60%	倍	倍	倍
JZR/JZRB11-6	184	16.9	75	1173.3	65.2	0.708	50	51.5	57.5	58	52	63	2.87		
JZR/JZRB12-6	270	29.4	85	1467.5	70.5	0.713	52	49	51	54.5	47	59	2.86		
JZR/JZRB21-6	345	33	120	1630	75.4	0.708	47/69.5	41/48	41.5/43.5	39.2/46.5	41.5/49	41.5/45.5	3.5		
JZR/JZRB22-6	476	48	140	2113.3	78	0.722	36/42.5	42/46	42.5/42.5	58/56.5	45/52	46.5/53.5	3.3		
JZR/JZRB31-8	383	49.3	120	2363.3	76.05	0.668	68	60	54	61.5	66	47	2.7		
JZR/JZRB31-6	684	67.8	160	2535.1	81.3	0.714	51/57.3	55/58	40/	58/66	45.9/57.6	43	4.1		
JZR/JZRB41-8	677	70.4	200	3022	78.45	0.681	46/57	50/56.4	54.5/60	47/54.5	57/62.5	51.5/61.2	3.6		
JZR/JZRB42-8	947	99	250	3794	80.84	0.695	54/56	56/61	52/56.1	49/50	53.5/54	48.5/55.8	3.2		
JZR/JZRB51-8	1130	130.5	300	4132.2	84.2	0.743	55/46	52/49	59.5/54	52.5/50.5	48/58	58.8	3.62		
JZR/JZRB52-8	1450	177.5	400	5346.8	84.85	0.758	59/60.5	58/63.2	52.5/57	59/55.2	57.8/51.5	53.5/51	3.5		
JZR/JZRB61-10	1400	177.5	400	5441.5	84.65	0.679	49.8/38			54.7/48		53.5/51	3.5		
JZR/JZRB62-10	2040	262	500	7060	86.45	0.71	52.2/69.4			52.6/43.8			3.3		
JZR/JZRB63-10	2345	341	600	8315.5	87.83	0.763	53.2/60			64.9/56			3.65		
JZR/JZRB71-10	3390	450	700	10115	88.8	0.718	39/43.4			45/54			3.58		
JZR/JZRB72-10	4180	557	800	11708	89.5	0.715	51/56			51.8/56.7			3.70		
JZR/JZRB73-10	4960	694	900	22025	90	0.735	54.9/55			60.3/59.3			3.6		
JZ/JZB11-6	186	168	50	1146	65.75	0.766			54.8/53.8				3.06	2.7/2.5	3.64
JZ/JZB12-6	273	25.6	—	1619.6	68.35	0.7785	51.5/63	56/60	48/71				3.30	2.7/2.5	3.8
JZ/JZB21-6	346	33.2	110	1657.2	75.1	0.767	36/48.5	43.5/44	44.5/48				3.7	3.3	5.2
JZ/JZB22-6	479	49	130	2308	76.5	0.783	54.2/57	33/50.5	30.6/50				4.1	3.5	5.1
JZ/JZB31-8	395	49	110	2230	77.1	0.739	50	522/55.2	53				3.2	2.7	4.7
JZ/JZB31-6	686.4	69.2	130	2820.6	79.6	0.773	55/58.6	61/	55				3.5	3.2	5.4
JZ/JZB41-8	656	70	150	3094	78.05	0.745	46/57	50/56.5	54.5/60				4.8	3.2	5.0
JZ/JZB42-8	962	101	200	4272	78.95	0.761	54.2	63.5/	46.7/57.5				4.8	3.5	5.2
JZ/JZB51-8	1168	135	260	4886	81.85	0.798	47.5/59	49.5/55.8	55/58				4.1	3.5	6.0
JZ/JZB52-8	1468.5	169.5	300	5960	82.45	0.803	50.5/54	55.6/55.5	53/56.5				4.3	3.5	6.0

表 1-35　JZR2 系列三相异步电动机技术数据汇总

型号	功率	定子															
		外径 D_a	内径	铁心长	气隙	槽数	接法	每槽导体数	线圈式	线规	槽满率	槽形尺寸					节距	平均匝长
	kW	mm	mm	mm	mm					mm	(%)	d	b	b_0	h	h_0		
JZR2-11-6	2.2	182	127	95	0.35	45	1Y	30	双叠	1-φ0.93	78	5.76	4.3	2.5	13.9	0.5	1—7	406
JZR2-12-6	3.5	182	127	150	0.35	45	1Y	24	双叠	1-φ1.12	75.3	5.76	4.3	2.5	13.9	0.5	1—7	516
JZR2-21-6	5.0	210	148	130	0.4	54	1Y	18	单链	2-φ0.96	72.3	5.56	4.0	2.8	16.5	0.5	2/1—9 1/1—8	510
JZR2-22-6	7.5	210	148	190	0.4	54	1Y	13	单链	2-φ1.16	76.2	5.56	4.0	2.8	16.5	0.5	2/1—9 1/1—8	630
JZR2-31-6	11	245	174	190	0.45	54	1Y	13	单链	2-φ1.12 1-φ1.08	67.3	6.24	4.6	2.8	17.6	0.5	2/1—9 1/1—8	678
JZR2-31-8	7.5	245	174	190	0.45	60	2Y	26	双叠	1-φ1.25	70.7	5.6	3.9	2.8	20.1	0.4	1—7	646
JZR2-41-8	11	280	215	165	0.5	72	2Y	20	单链	1-φ1.45	74.3	5.9	4.7	3	17.3	0.5	2/1—9 1/1—8	606
JZR2-42-8	16	280	215	240	0.5	72	4Y	14	单链	2-φ1.2	73.3	5.9	4.7	3	17.3	0.5	2/1—9 1/1—8	756
JZR2-51-8	22	327	245	220	0.55	72	4Y	26	单链	1-φ1.45	73.4	6.1	4.6	3	21	0.5	2/1—9 1/1—8	770
JZR2-52-8	30	327	245	290	0.55	72	2Y	10	双叠	3-φ1.35	72.5	6.1	4.6	3	21	0.5	1—8	870
JZR2-61-10	30	423	340	230	0.75	75	5Y	30	双叠	2-φ1.16	75.7	9.2	7.86	3.2	22.12	0.4	1—8	820
JZR2-62-10	40	423	340	280	0.75	75	5Y	24	双叠	2-φ1.35	80.2	9.2	7.86	3.2	22.12	0.4	1—8	820
JZR2-63-10	50	423	340	345	0.75	75	5Y	20	双叠	2-φ1.5	81	9.2						920
JZR2-64-10	65	423	340	445	0.75	75	5Y	16	双叠	2-φ1.25 1-φ1.5	79	9.2			22.12		1—7	1250
JZR2-71-10	80	560	450	270	1.0	90	10Y	30	双叠	1-φ1.25 1-φ1.3	75.5	9.2	7.7	3.2	26.1	0.3	1—9	1250
JZR2-72-10	100	560	450	340	1.0	90	10Y	24	双叠	2-φ1.16 1-φ1.2	77.7	9.2		3.2		0.3		1250
JZR2-73-10	125	560	450	440	1.0	90	10Y	18	双叠	4-φ1.16	75.6	9.2		3.2		0.3		1320

（续）

转子内径	槽数	接法	每槽导线数	线圈型式	线规	槽满率	转子					节距	平均匝长	定子铜重	转子铜重	硅钢片重
			N_2		mm	(%)	b_0	b	h_0	h	R		mm	kg	kg	kg
55	36	1 Y	16	单层	2-ϕ0.96	70.3	2.5	5.2	0.85	17.53	1.25	1—7	398	2.1	1.45	23.2
55	36	1 Y	16	单层	2-ϕ0.96	70.3		5.2	0.85	17.53	1.25	1—7	508	2.6	1.95	36.6
60	36	1 Y	14	单层	2-ϕ1.25	72.7	2.8	5.95	0.8	22.83	1.17	1—7	490	3.6	1.9	42.1
60	36	1 Y	14	单层	2-ϕ1.25	72.7	2.8	5.95	0.8	22.83	1.17	1—7	610	4.5	2.8	61.5
70	36	1 Y	10	单层	3-ϕ1.35	71.2	2.8	6.96	0.95	21.55	1.88	1—6	620	5.15	4.5	83.9
70	48	1 Y	8	单层	4-ϕ1.08	68.5	2.8	5.1	0.95	24.25	1.1	1—6	596	5.2	3.8	83.9
80	48	2 Y	12	单层	8-ϕ1.25	74.7	3	6.7	1.0	23.07	2.0	1—6	562	6.5	5.6	95.2
80	48	2 Y	12	单层	8-ϕ1.25	74.7	3	6.7	1.0	23.07	2.0	1—6	712	8.0	7.0	138.5
95	48	2 Y	11	单层	4-ϕ1.35	79.2	3	6.8	1.1	28.1	2.1	1—6	703	10.6	10	174
95	48	2 Y	11	单层	4-ϕ1.35	79.2	3	6.8	1.1	28.1	2.1	1—6	842	12	12	229.5
125	90	1 Y	2		13.5×2.1		1.5		0.82	28.8	25.9	1—10	886	18.2	20.7	304
125	90	1 Y	2	单层	13.5×2.1								987	22.1	23.2	370
125	90	1 Y	2	单层	13.5×2.1								1116	25.2	26.2	456
125	90	1 Y	2	单层	13.5×2.1								1316	30	30.6	588
285	105	1 Y	2	单层	12.5×2.83		1.5		0.5	26.4	2.95	1—11 1—12	1094	31.8	36.9	665
285	105	1 Y	2	单层	13.5×2.1							1—11 1—12	1234	37.2	41.5	805
285	105	1 Y	2	单层	13.5×2.1							1—11 1—12	1439	42.3	—	1070

第二章　防爆防腐电动机修理

第一节　概　　述

防爆电机（除特殊说明外，本章的“防爆电机”均指“防爆三相异步电动机”。）是用于爆炸性危险场所中的电气设备。其防爆类型、防爆等级与其所在的危险场所中的爆炸性物质的类别、级别、组别，以及危险场所的危险程度有关。为防止防爆电动机在防爆性能上因功能过胜而造成无缘的浪费；或由于功能不足而埋下潜在的不安全因素（这两种倾向在国内的石油、化工、煤炭等易燃易爆的工作场所中均存在），识别爆炸性物质及爆炸性危险场所等级以及不同类型防爆电动机的防爆原理、防爆标志等是十分必要的。本节扼要阐述。

一、爆炸性物质的分类、分级、分组

（一）爆炸性物质按它们的形态和存在的场所分为三类

（1）煤矿甲烷类　用代号I表示（煤矿环境）；

（2）气体、蒸气类　用代号Ⅱ表示（工厂环境）；

（3）粉尘、纤维类（不含火药、炸药）　目前国际上还没有确定表示的符号，我国暂用Ⅲ表示（粉尘环境）。

（二）爆炸性物质按其传爆能力分为4级

爆炸性物质的分级系针对爆炸性气体混合物而言；传爆能力用“最大试验安全间隙”及“最小点燃电流比”表征，据此划分的爆炸性气体混合物的等级见表2-1。

表2-1　爆炸性气体混合物的分级

类、级别	最大试验安全间隙 MESG/mm	最小点燃电流比 MICR
I	MESG = 1.14	MICR = 1.0
ⅡA	MESG≥0.9	MICR > 0.8
ⅡB	0.9 > MESG > 0.5	0.8≥MICR≥0.45
ⅡC	MESG≤0.5	MICR < 0.45

（三）爆炸性物质（气体及粉尘）按其自燃温度（即引燃温度）的高低划分的组别见表2-2及表2-3。

表2-2　爆炸性气体混合物按其自燃温度分成六个组别

温度组别	自燃温度 t/℃	温度组别	自燃温度 t/℃
T1	$450 < t$	T4	$135 < t \leq 200$
T2	$300 < t \leq 450$	T5	$100 < t \leq 135$
T3	$200 < t \leq 300$	T6	$85 < t \leq 100$

表2-3　爆炸性粉尘按其点燃温度分成三个组别

温度组别	点燃温度 t/℃
T11	$t > 270$
T12	$270 \geq t > 200$
T13	$200 \geq t > 150$

二、爆炸性危险场所的分级

在爆炸性危险场所中，一个车间、一个成套装置或一个区域，由于存在的易燃、易爆物质的数量、释放情况以及自然状况（如有无隔离或通风等）的不同，其潜在的危险程度也不同。据此将场所按其危险程度的大小划分成不同的等级，以避免所选用的防爆电机功能过剩或不足。

1. Ⅰ类危险场所区域的划分

煤矿井下的工作条件、生产方式、甲烷和沼气出现和存在的方式均与工厂不同，场所不象工厂那样分级，只根据具体生产地点和矿井特点的不同，划分成不同的区域或矿井，见表2-4。

2. Ⅱ类危险场所等级的划分

对于Ⅱ类场所，其等级是按照爆炸性混合物出现的频度、持续时间划分的，见表2-5。

表 2-4　Ⅰ类危险场所选用的防爆电动机

使用场所	煤（岩）与沼气突出矿井和沼气喷出区域	沼气矿井			
		井底车场、总进风道或主要进风道 低沼气或高沼气矿井	翻罐笼硐室	采区进风道	总回风道，主要回风道，采区回风道，工作面和工作面进风、回风道
选用的防爆电动机	矿用隔爆型	矿用一般型	矿用防爆型	矿用防爆型	矿用隔爆型

注：“矿用一般型”指适用于井下，但不防爆的电动机；
“矿用防爆型”指适用于井下的各种类型的防爆电机。
“矿用隔爆型”指适用于井下，当其内部发生爆炸时，由于采用隔爆面措施，不会引起外爆炸的特种电机。

表 2-5　Ⅱ类危险场所的分级

Ⅱ类危险场所等级	场　所　特　征
0 区	在正常情况下，爆炸性气体混合物连续地、短时频繁地出现或长期存在的场所
1 区	在正常情况下，爆炸性气体混合物有可能出现的场所
2 区	在正常情况下，爆炸性气体混合物不能出现，仅在不正常情况下，偶尔短时间出现的场所

表 2-6　粉尘危险场所的分级

粉尘危险场所等级	场　所　特　征
10 级区域	在正常情况下，爆炸性粉尘、纤维与空气的混合物可能连续地、短时频繁地出现或长期存在的场所
11 级区域	在正常情况下，爆炸性粉尘、纤维与空气的混合物不能出现，仅在不正常情况下，偶尔短时间出现的场所

3. 粉尘危险场所等级的划分（见表 2-6）。

三、防爆电动机的类型及选用

（一）国内使用的防爆电动机的种类

到目前为止，国内使用着 4 种类型的防爆电动机——隔爆型、增安型、正压型及无火花型。这四种防爆电动机，在型号中分别加 B、A、P、W 来表示各自的防爆类型。如 YA、YB 则分别表示在 Y 系列上派生的增安型、隔爆型防爆电动机。

（二）防爆电动机的选用

这里指的“选用”仅就防爆性能而言。至于随工况、负载特性的不同如何在电气性能、安装系数等方面的考虑，因与一般电动机区别不大，故不赘述。

选用防爆电动机，一是要按照危险场所的等级选择防爆电动机的类型；二是按照危险场所中爆炸性混合物的传爆级别、引燃温度组别，在类型确定后选择其防爆等级。

1. 按照危险场所的等级选择防爆电动机的类型

（1）Ⅰ类危险场所选用的防爆电动机（见表 2-4）

（2）Ⅱ类危险场所选用的防爆电动机（见表 2-7）

（3）粉尘危险场所选用的防爆电动机（见表 2-8）

2. 按危险场所中爆炸性混合物的传爆级别、引燃温度组别选用防爆电动机（见表 2-9、表 2-10）

表 2-7　Ⅱ类危险场所选用的防爆电动机

Ⅱ类危险场所等级	可以选用的防爆电动机
0 区	对于防爆电动机，不推荐在“0”区中使用，国内也无先例：一是“0”区场所很少；二是一旦需要可以采取特殊措施，如采用其他拖动方式
1 区	正压型、隔爆型、增安型
2 区	正压型、隔爆型、增安型、无火花型

表 2-8　粉尘危险场所选用的防爆电动机

粉尘危险场所等级 / 选用的防爆电动机 / 粉尘种类		10 级区域	11 级区域
爆炸性粉尘		具有尘密型外壳防爆电动机	具有尘密型外壳防爆电动机
可燃性粉尘	导电粉尘	具有尘密型外壳防爆电动机	具有尘密型外壳防爆电动机
	非导电粉尘	具有尘密型外壳防爆电动机	具有防尘型外壳防爆电动机

注："尘密型外壳"指 6 级防尘的外壳；"防尘外壳"指 5 级防尘的外壳，在标记中分别用"DT"、"DP"代表（见本章第二节之五）。

表 2-9　常见的爆炸性气体的分类、分级、分组

组别 / 爆炸性气体 / 类和级	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ⅰ	甲烷					
ⅡA	乙烷、丙烷、丙酮、苯乙烯、氯乙烯、氨苯、甲苯、氨、甲醇、一氧化碳、乙酸乙酯、乙酸、丙烯腈	丁烷、乙醇、丙烯、丁醇、乙酸丁酯、乙酸戊酯、乙酸酐	戊烷、乙烷、庚烷、癸烷、辛烷、汽油、煤油、硫化氢、环已烷	乙醚、乙醛		亚硝酸乙酯
ⅡB	二甲醚、民用煤气、环丙烷	环氧乙烷、环氧丙烷、丁二烯、乙烯	异戊二烯			
ⅡC	水煤气、氢、焦炉煤气	乙炔			二硫化碳	硝酸乙酯

表 2-10　常见的爆炸性粉尘、纤维的分级、分组

组别 / 引燃温度 t/℃ / 粉尘、纤维 / 粉尘、纤维性质 / 类和级		T11	T12	T13
		$t>270$	$270\geq t>200$	$200\geq t>140$
ⅢA	非导电性可燃纤维	木棉纤维，烟草纤维，纸纤维，亚硫酸盐，纤维素，人造毛短纤维，亚麻	木质纤维	
	非导电性爆炸性粉尘	小麦，玉米，砂糖，橡胶，染料，聚乙烯，苯酚树脂	可可，米，糖	
ⅢB	导电性爆炸性粉尘	镁，铝，铝青铜，锌，钛，焦炭，炭黑	铝（含油），铁，煤	
	火、炸药粉尘		黑火药 T、N、T	硝化棉，吸收药，黑索金，特屈儿，泰安

四、采用的标准及防爆标志、防爆合格证编号

（一）采用的标准

（1）GB 3836.1《爆炸性环境用防爆电气设备 通用要求》，与之相对应的国际标准为 IEC79-0；

（2）GB3836.2《爆炸性环境用防爆电气设备 隔爆型电气设备“d”》，与之相对应的国际标准为 IEC79-1；

（3）GB3836.3《爆炸性环境用防爆电气设备 增安型电气设备“e”》，与之相对应的国际标准为 IEC79-7；

（4）GB3836.5《爆炸性环境用防爆电气设备 正压型电气设备“p”》，与之相对应的国际标准为 IEC79-2；

（5）GB3836.8《爆炸性环境用防爆电气设备 无火花型电气设备“n”，与之相对应的欧洲标准为 EN50021（国际电工委员会 IEC 暂无此标准）。

（二）防爆标志

1. 标志的构成

每台防爆电动机在其外壳的明显处须有代表“防爆”的永久标志“Ex”；每台电动机在其明显处应有铭牌，铭牌上除应有“Ex”字样的标记外，还应带有表明产品防爆类型，适用于危险场所的防爆类别、级别及温度组别的完整的防爆标记。若产品是不分级别的防爆类型的，比如增安型的，则标记上不再显示级别。

2. 标志的举例

（1）ExeⅡT3

Ex—代表“防爆”产品；

e—代表“增安”型；

Ⅱ—代表适用于“Ⅱ”类危险场所，即适用于工厂环境；

T3—代表温度“组”别为 T3，见表 2-2。

（2）ExdⅡBT4

d—代表“隔爆”型；

B—代表“B”级隔爆，见表 2-1、2-9。其他代号的含义同上例。具有这样标记的防爆电动机可以用在与该标记相符的危险场所——Ⅱ类、B 级（通常合称为“ⅡB”级）、T4 组，或者低于它的危险场所，如ⅡAT3 等。

（3）ExdⅠ

Ex、d 的含义同上；

Ⅰ—代表适用于“Ⅰ”类危险场所，即适用于煤矿的环境中。因煤矿仅含甲烷、沼气，均为 T1 组，故其组别可不在标志上体现。

（4）ExDIPDTT12

DIP—代表“粉尘”防爆；

DT—代表“尘密”型外壳，见表 2-8；

T12—代表温度“组”别，见表 2-3。

（三）防爆合格证编号

正确识别防爆合格证编号有助于辨认防爆电动机的真伪。

防爆合格证编号由 6～7 位数字组成，如：4922152。

左面第一个数字代表检验单位：

“1”代表煤炭局抚顺检验单位；

“2”代表煤炭局上海检验单位；

“3”代表煤炭局重庆检验单位；

“4”代表机械工业局佳木斯检验单位；

“5”代表机械工业局南阳检验单位。

左数第二、三个数字表示发证年份；

左数第四个数字表示产品的防爆类型：

“1”代表隔爆型；

“2”代表增安型；

“4”代表正压型；

“7”代表“n”（无火花）型。

其他防爆类型，如充砂型（用“6”代表）因在电动机上不采用，故不介绍。

最后的 2～3 个数字则代表检验单位发证的顺序号。

本例 4922152，则表示佳木斯检验单位发的证；92 年发的；增安型电机；发证的顺序号是 152 号。

第二节 防爆原理及结构特征

因电动机运行时要发热，在事故状态下还有可能产生火花、电弧及过热，因此在易燃易爆场所中使用的防爆电动机就要采取措施：防止火花、电弧或过热的产生；或者虽产生，却不能引燃周围的爆炸性混合物。这就是不同类型防爆电机在设计、制造时的出发点，其防爆原理亦基于此。

一、增安型电动机

（一）防爆原理

增安型电动机的防爆原理，简而言之就是使其本身不成为引燃源。就是在电动机的设计、制造中采取

一系列措施，使其在正常运行状况下不会产生火花、电弧及可能点燃爆炸性混合物的高温。

（二）结构特征

相对于普通电动机，防爆电动机的接线盒比较复杂，防爆规程对其规定的条款也比较多，故在主体结构之后对其单独介绍。其主体结构与隔爆型电动机的主要区别是无隔爆面要求；外壳强度亦无特殊要求；接线盒的防护等级不低于 IP54。

1. 主体结构采取的防止火花、电弧及过热的措施

（1）设计、制造上采取防止产生火花的措施

1）避免产生机械火花

① 对装有滚动轴承的电动机，定、转子间径向单边气隙须大于表 2-11 的规定。

表 2-11 装有滚动轴承增安型电动机的最小单边气隙值 （mm）

极数	径向单边气隙 δ 与转子直径 D_2 的关系		
	$D_2 \leq 75$	$75 < D_2 \leq 750$	$D_2 > 750$
2	0.25	0.25 +（D − 75）/300	2.7
4	0.2	0.2 +（D − 75）/500	1.7
6 及以上	0.2	0.2 +（D − 75）/800	1.2

若铁心长度 L 超过转子直径 D_2 的 1.75 倍时，则最小气隙按表 2-11 计算的值再乘以 $L/(1.75D_2)$。变极多速电动机的 δ 值按最少极数取。

② 装有滑动轴承的电动机，其 δ 值按表 2-11 算得后再乘 1.5。端盖上应有周向彼此相差 120°的测气隙孔，在静止状态下测量三点。

③ 转动的零部件与静止的零部件之间应留有足够的间隙、距离，以防止相擦产生火花。

2）避免产生电火花

① 裸导线的电气间隙应大于表 2-12。

表 2-12 电气间隙 （mm）

额定电压/V	最小电气间隙	额定电压/V	最小电气间隙
36	4	660	10
60	6	1140	18
127	6	3000	36
220	6	6000	60
380	8	10000	100

② 绝缘导体对地（如绕组端部对机壳、端盖）要有足够的距离。

③ 接线螺栓应有防松措施。

④ 转子铜条与端环应采用硬焊或熔焊；绕组的引接线、连接线处应采用熔点较高的焊料焊接，或采用合适的硬焊。

⑤ 加强绕组匝间、相间及对地的绝缘强度。如采用厚漆膜（低压电动机）或玻璃丝包薄膜绕包（高压电动机）的导线；槽绝缘适当加强，如高压电动机加一层补强槽衬等。

⑥ 提高绕组绝缘的耐压试验值。低压绕组应比国标对普通电机规定的试验值高 10%；高压应提高 30%。

⑦ 高压绕组还应按 GB3836.3 附录 C 规定进行线圈抽样试验。

（2）设计、制造上采取防止产生电弧的措施

1）裸导体沿绝缘表面的爬电距离应大于表 2-13 规定的最小值。

表 2-13 爬电距离

额定电压/V	最小爬电距离/mm			
	a	b	c	d
36	4	4	4	4
60	6	6	6	6
127	6	7	8	10
220	6	8	10	12
380	8	10	12	15
660	12	16	20	25
1140	21	28	35	45
3000	45	60	75	90
6000	85	110	135	160
10000	125	150	180	240

注：额定电压可高于表列数值的 10%。

表 2-13 中 a ~ d 为绝缘材料的耐泄痕性分级，见表 2-14。

表 2-14 常用绝缘材料耐泄痕性分级

绝缘材料耐泄痕性分级	绝 缘 材 料
a	上釉的陶瓷，云母，玻璃
b	三聚腈胺石棉耐弧塑，硅有机石棉耐弧塑料
c	聚四氟乙烯塑料，三聚腈胺玻璃纤维塑料，表面用耐弧漆处理的环氧玻璃布板
d	酚醛塑料，层压制品

2）接线板等绝缘件用泄痕性较好的三聚腈胺石棉耐弧塑料 4220 压制成。

3）高压 6kV 及以上的电动机绕组除加强主绝缘

外还涂半导体防电晕漆，以防止电晕（采用 VPI 工艺的 6kV 绕组可以不作防电晕处理）。

4）与裸导体接近的金属内表面，如接线盒，涂 1321 或 1320 耐弧漆。

5）铝风扇的含镁量不大于 0.5%。

（3）设计、制造中采取的防止过热的措施

1）温升限度在绝缘等级规定的基础上再降低 10K。

2）在非正常运行条件下，借助保护装置实现断电运行。

在正常运行时，若电动机突然堵转，其堵转时间 t_E 应允许大于 5s。在此时间内，电动机不会产生危险过热；同时在 t_E 时间内，过热保护继电器动作，切断电源。

t_E 时间的定义是：在最高环境温度下，达到额定运行最终稳定温度的交流绕组，从开始通过堵转电流时计起，直至上升到极限温度时的时间，见图 2-1。

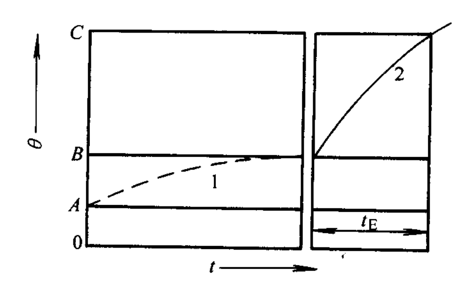


图 2-1　确定 t_E 时间的图例

0A—允许最高环境温度（40℃）

0B—额定运行时的最终稳定温度

0C—t_E 终止时允许的极限温度

1—额定运行时的温度曲线

2—电动机堵转时的温度曲线

增安型电动机的另一个考核指标是堵转电流比 I_{st}/I_N（I_{st}、I_N 分别是堵转电流及额定电流）。t_E、I_{st}/I_N 均应标注在铭牌上，以供选择继电保护用（见图 2-2）。

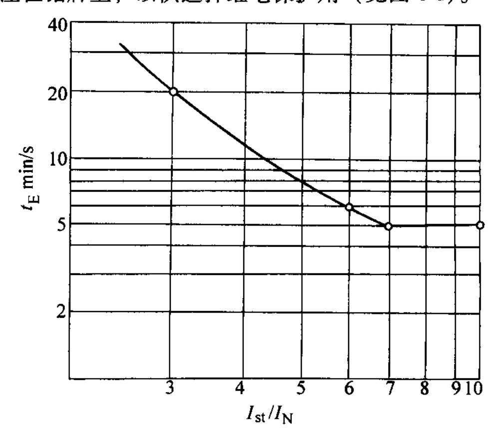


图 2-2　t_E 时间最小值与堵转电流比 I_{st}/I_N 的关系

t_E 时间，当电动机功率小于 160kW 时，用实测法测得；功率等于或大于 160kW 时，按下列计算求得：

$$t_E = CG\theta_2/(T_{st}P_N) \quad (s)$$

式中　T_{st}——堵转转矩倍数；

P_N——电动机额定功率，kW；

C——系数

对于铜 $C = 0.42\text{kW}\cdot\text{s}/(\text{kg}\cdot\text{K})$；

对于黄铜 $C = 0.38\text{kW}\cdot\text{s}/(\text{kg}\cdot\text{K})$；

对于铝 $C = 0.92\text{kW}\cdot\text{s}/(\text{kg}\cdot\text{K})$。

G——转子绕组质量，kg；

θ_2——笼型绕组在 t_E 时间终了时允许升高的温升，K。

在石油化工系统中使用的增安型电动机，其环境中爆炸性混合物的组别一般不高于 T3 组，则

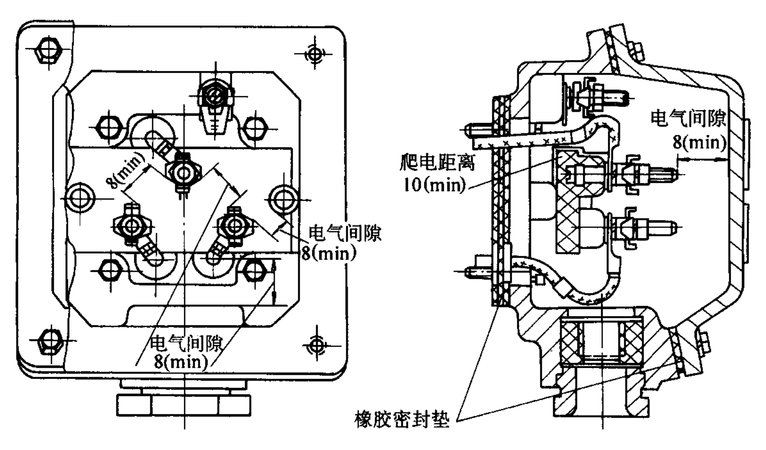


图 2-3　YA 系列低压 380V 增安型电机接线盒

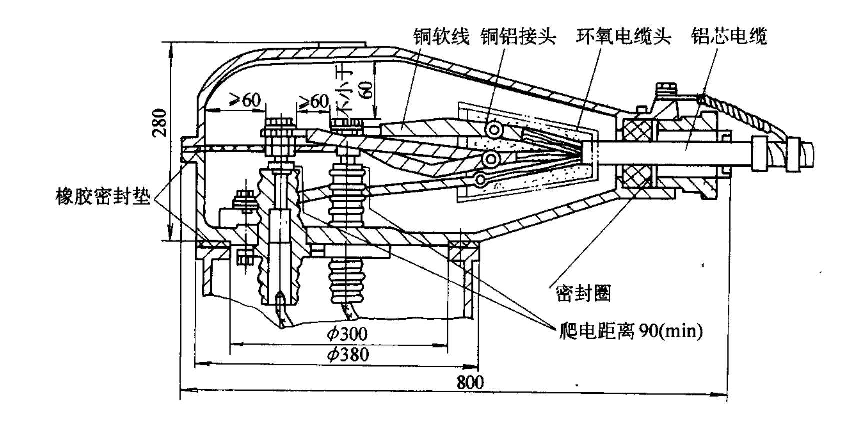


图 2-4 YA 系列高压 6kV 增安型电机接线盒

$$\theta_2 = 200 - (k_1\theta_1 + 40) \qquad (\mathrm{K})$$

式中 k_1——经验系数，可取 $k_1 = 1.3$；

θ_1——定子绕组稳定温升实测值，K。

核算 t_E 时间内定子绕组的温升 θ_{1t_E} 可按下式：

$$\theta_{1t_E} = k_2 J_{1st}^2 t_E \qquad (\mathrm{K})$$

式中 k_2——与绕组材料和温度有关的系数，对于 F 级绝缘的铜绕组，可取 $k_2 = 0.0065\mathrm{K}/[(\mathrm{A/mm^2})\cdot\mathrm{s}]$

J_{1st}——堵转时定子绕组电流密度，$\mathrm{A/mm^2}$。

2. 接线盒

增安型电动机接线盒为一独立的防爆壳体，它采取以下措施达到防爆要求：

（1）防护等级不低于 IP54　接线盒盖、进线口处及接线盒与电动机主体的接合面处均用耐油、耐老化的橡胶板或橡胶密封圈密封（见图 2-3、2-4）。

（2）电气间隙、爬电距离　如图 2-3、图 2-4 所示，应大于表 2-12、表 2-13 的规定。

（3）电缆引入装置　电缆引入处应能防止拔脱和可靠地密封。共有三种引入装置：

1）密封圈式引入装置　它适用于引入橡套电缆、铠装电缆及钢管布线。引入的电缆或导线应该用压盘（如图 2-5）或压紧螺母（如图 2-6）将橡胶密封圈压紧，并有防松及防止电缆拔脱的措施。进线口处应为喇叭口状，其内缘应平滑。橡胶密封圈须采用邵尔氏硬度为 45-55 的橡胶，并经防爆规程规定的老化试验的合格品。

图中金属垫片是在电缆未引入时使用，以保持接线盒的密封性。金属垫圈则为增加压紧时的接触面积而在橡胶密封圈的一侧或两侧采用。为配合不同外径的电缆，允许在密封圈上切割同心槽。为了起到密封防爆的作用，防爆规程对密封圈的尺寸作了规定（见图 2-7、图 2-8 及表 2-15）。

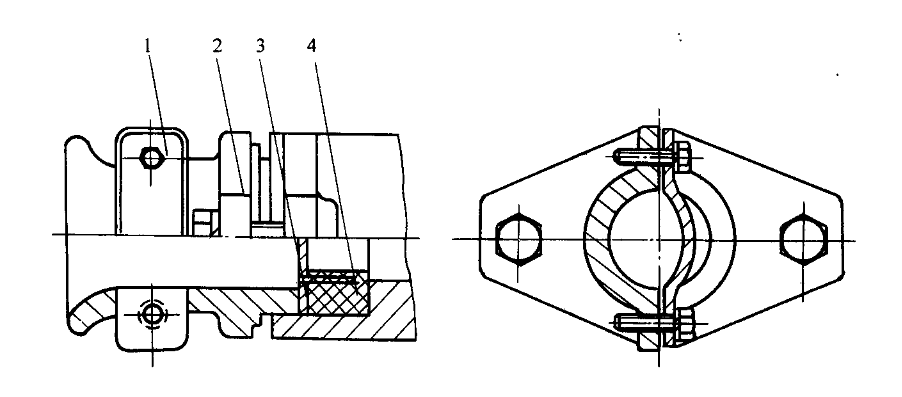
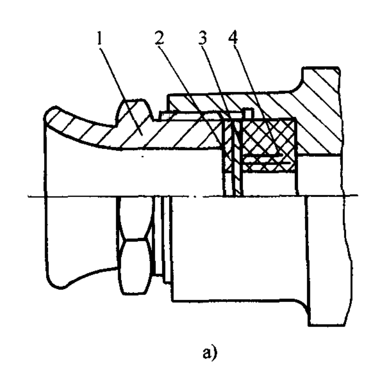


图 2-5　压盘装置

1—防止电缆拔脱用的夹板　2—压盘　3—金属垫片　4—橡胶密封圈



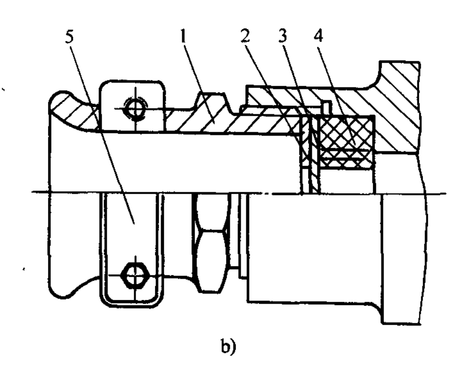


图 2-6　压紧螺母装置

a）适用于公称外径不大于 20mm 的电缆

b）适用于公称外径大于 20mm 的电缆

1—压紧螺母　2—金属垫圈　3—金属垫片；

4—橡胶密封圈　5—防止电缆拔脱用的夹板

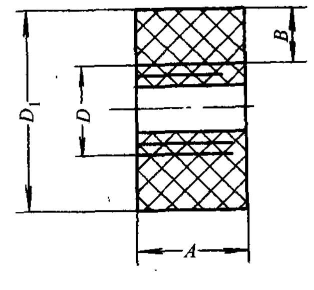


图 2-7　铠装及橡套电缆用的密封圈

D = 电缆公称外径 ±1mm

A≥0.7D（不小于 10mm）

B≥0.3D（不小于 4mm）

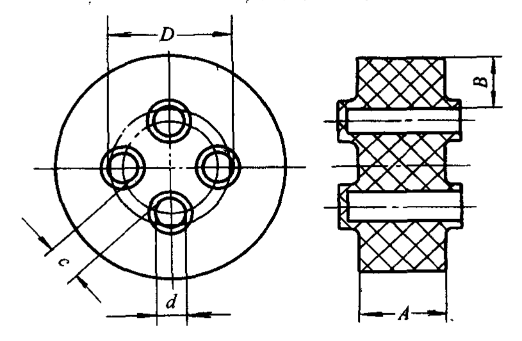


图 2-8　钢管布线用的密封圈

d = 导线公称外径 ±0.5mm

D = ϕd 孔外切圆直径

A≥0.7D（不小于 10mm；不大于 35mm）

B≥d/2（不小于 4mm）

C≥d/2（不小于 4mm）

采用钢管布线时，钢管与过渡管接头的啮合扣数应大于 6 扣。

装密封圈处接线盒进线口的内径 D_0 与密封圈外径 D_1 配合的直径差须不大于表 2-15 的规定。

表 2-15　D_0 与 D_1 的直径差　（mm）

D_1	D_0-D_1
$D_1 \leqslant 20$	1.0
$20 < D_1 \leqslant 60$	1.5
$60 < D_1$	2.0

对于浸油式电缆，接线盒空腔内备有放置电缆头的空腔。电缆头可以用环氧树脂浇封（见图 2-9）。

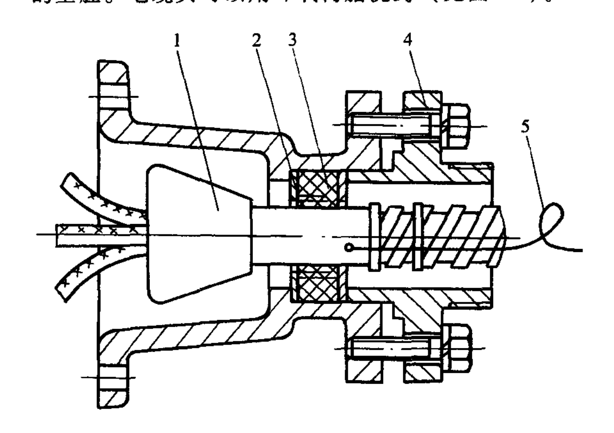


图　2-9

1—环氧树脂电缆头　2—金属垫圈

3—橡胶密封圈　4—压盘

5—铠装外接地线

2）浇注固化填料密封式引入装置　用于固化的密封填料应满足下列要求：

① 具有不燃性或难燃性；

② 不必加热即可填充；

③ 填充后，在常温下短时间内即可固化；

④ 固化后，不产生有害裂纹，且软化温度不低于95℃；

⑤ 对电缆护套不产生不良影响；

⑥ 浇注的填料深度应大于电缆引入口孔径的1.5倍（最小40mm），并应有表示所需填充量的标记，见图2-10。

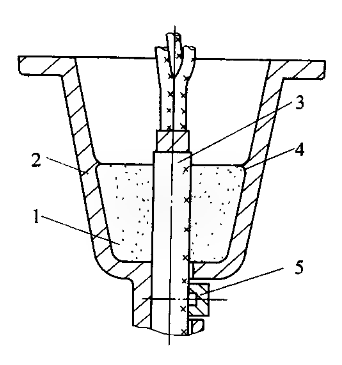


图2-10 填料深度及填充标记
1—固化密封填料 2—联通节
3—电缆 4—填充标记
5—防止电缆拔脱用夹板

3）金属密封环式引入装置 当采用金属护套电缆时选用该种引入装置。本结构也适用于ⅡA、ⅡB级隔爆型电机，见图2-11。

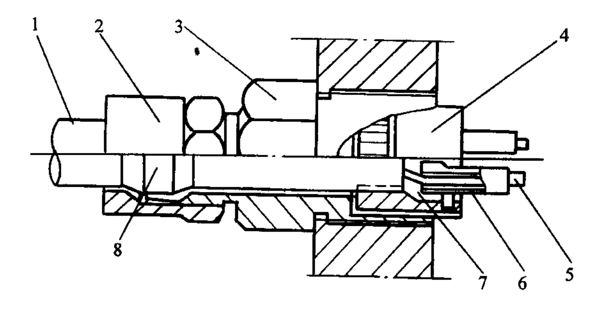


图2-11 金属密封环式引入装置
1—金属护套电缆 2—螺母 3—套筒
4—端部固定套管 5—导体 6—绝缘套管 7—绝缘填料 8—金属密封环

（4）接线盒的内、外接地 接地螺栓应采用铜质或钢质镀锌的。

对于内接地螺栓，当电缆小于35mm² 时，其规格应与接线螺栓相同；大于35mm² 时，应大于接线螺栓截面的1/2，但不得小于35mm² 以下时的规格。

对于外接地螺栓，当电动机功率大于10kW时，应采用不小于M12的螺栓；功率在5～10kW时，不小于M10；再小的电动机，应不小于M8。

二、隔爆型电动机

（一）防爆原理

隔爆型电动机的防爆原理简而言之就是“间隙灭焰”。就是说，将电动机的定、转子及接线部分置入外壳中，这种外壳称为“隔爆外壳”。当由于电气火花、电弧或过热引起壳内爆炸性混合物爆炸时，该外壳不但能承受爆炸压力及爆炸火焰的高温而不破损变形，又能靠“间隙灭焰”的作用，防止内部爆炸生成物通过外壳间隙向壳外传播而引起周围爆炸性混合物爆炸。

壳内的爆炸性混合物是由于电动机间断性运行，壳内气体热涨冷缩产生“呼吸”作用，或者由于其他原因（如电动机安装位置较低、爆炸性混合物的密度比空气大）而进入电动机内腔的。

“间隙灭焰”的原理，一是爆炸压力、火焰在向外传播时，因体积迅速变化而使其能量受到损失；二是间隙处温度低，又起降温灭焰的作用。

因隔爆外壳允许内部产生爆炸及压力外泄，所以它的防爆要点是：外壳要有够的强度；壳体内部与外部贯通处的配合面，即“隔爆面”的尺寸、粗糙度形成的间隙有灭焰的效果；此外就是电动机进线口处具有密封及抑制电动机处表面的温度、意外的火花。

（二）结构特征

隔爆型电动机的设计、制造就是考虑满足上述的防爆要点。除满足使用上的其他要求外，因隔爆型电动机的特殊要求，与普通电动机相比，在结构上具有以下特征：

（1）外壳材质 用于Ⅰ类，在采掘面上使用的隔爆电动机，其外壳应采用钢板或铸钢，其他场所可采用不低于HT250的高强度铸铁；对于Ⅱ类，隔爆电动机的外壳应采用不低于HT200的灰铸铁。

（2）外壳紧固螺栓 连接外壳的紧固螺栓除承受必要的锁紧力外，还要承受爆炸压力。考虑这些因素后，每个螺栓的计算拉伸力Q可按下式计算：

对于平面法兰结构

$$Q = 1.3Q_0 \quad (\mathrm{N})$$

对于止口（圆筒）结构

$$Q = 1.1Q_0 \quad (\mathrm{N})$$

$$Q_0 = Q_p/Z \quad (\mathrm{N})$$

$$Q_p = PA \quad (\mathrm{N})$$

式中 Q_0——每个螺栓的计算应力，N；

Q_p——爆炸时螺栓承受的总压力，N；

Z——螺栓个数；

P——设计时考虑爆炸时应承受的压应力（Pa），对于ⅡC级取1.5MPa，其余取1.0MPa；

A——承受爆炸压力的有效面积，m^2。

外壳紧固螺栓的间距，对于ⅡC级不大于（70—80）mm；对于其他隔爆等级的平面结构时，一般不大于120mm，止口结构一般不大于140mm。但螺栓的个数，对于平面结构一般不少于4个；止口结构不应少于3个。

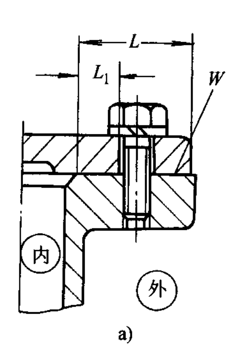
外壳紧固螺栓的拧入深度，对于铸铁外壳，最少为1.25～1.5倍螺栓直径；对于钢质外壳，最少为1.0倍螺栓直径。

外壳紧固螺栓的螺纹余量，当螺孔为不透孔时，螺栓拧紧后还须留有大于2倍防松垫圈厚度的剩余螺纹，以便在垫圈丢失后也能将防爆外壳紧固。

外壳上的不透螺孔，其周围及底部的厚度应大于螺孔直径的1/3，但至少应大于3mm。

（3）隔爆面粗糙度　隔爆接合面表面粗糙度应不低于3.2μm；对于活动接合面，如轴、操纵杆等应不低于1.6μm。

（4）隔爆接合面的间隙、长度　隔爆接合面的间隙W、长度L、L_1应符合GB3836.2的规定。表2-16～表2-20列出常用范围的W、L及L_1（参见图2-12～2-14）。



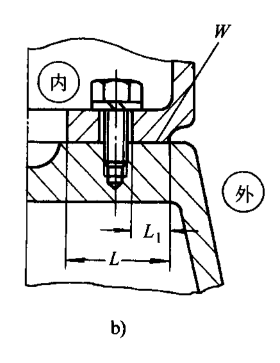
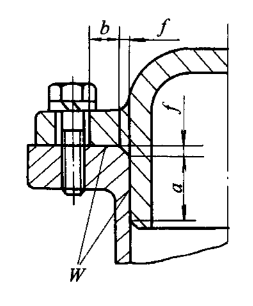


图2-12　平面接合面W、L、L_1示意图

a）连接螺栓为通孔　b）连接螺栓为不通孔



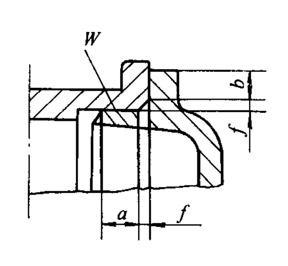
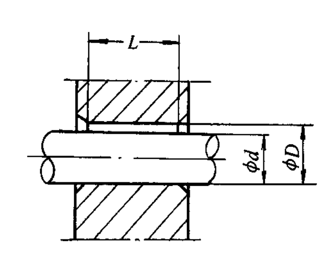


图2-13　止口接合面W、L、L_1示意图

1. 当$W\leqslant 0.2$，$f\leqslant 1.0$时，$L_1=a+b$；否则，$L_1=a$
2. 当$f\leqslant 1.0$时，$L=a+b$



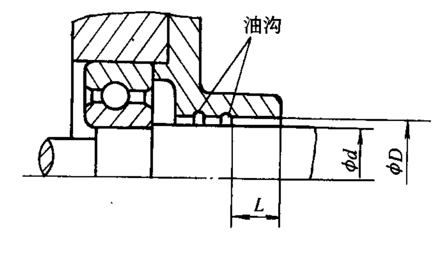


图2-14　圆筒式接合面W、L示意图

$W=\phi D-\phi d$

表2-16　Ⅰ类隔爆接合面结构参数

接合面型式	L/mm	L_1/mm	W/mm	
			外壳容积 V/L	
			$V\leqslant 0.1$	$0.1<V$
平面、止口或圆筒结构	6.0	6.0	0.30	—
	12.5	8.0	0.40	0.40
	25.0	9.0	0.50	0.50
	40.0	15.0	—	0.60
带有滚动轴承的圆筒结构	6.0	—	0.40	0.40
	12.5	—	0.50	0.50
	25.0	—	0.60	0.60
	40.0	—	—	0.80

表 2-17 ⅡA 隔爆结合面结构参数

接合面型式		L/mm	L_1/mm	W/mm 外壳容积 V/L $V \leqslant 0.1$	$0.1 < V \leqslant 2.0$	$V > 2.0$
平面、止口或圆筒结构		6.0	6.0	0.30	—	—
		12.5	8.0	0.30	0.30	0.20
		25.0	9.0	0.40	0.40	0.40
		40.0	15.0	—	0.50	0.50
带有右列轴承的电动机圆筒结构	滑动轴承	6.0	—	0.30	—	—
		12.5	—	0.35	0.30	0.20
		25.0	—	0.40	0.40	0.40
		40.0	—	0.50	0.50	0.50
	滚动轴承	6.0	—	0.45	—	—
		12.5		0.50	0.45	0.30
		25.0		0.60	0.60	0.60
		40.0		0.70	0.75	0.75

表 2-18 ⅡB 隔爆接合面结构参数

接合面型式		L/mm	L_1/mm	W/mm 外壳容积 V/L $V \leqslant 0.1$	$0.1 < V \leqslant 2.0$	$V > 2.0$
平面、止口或圆筒结构		6.0	6.0	0.20	—	—
		12.5	8.0	0.20	0.20	0.15
		25.0	9.0	0.20	0.20	0.20
		40.0	15.0	—	0.25	0.25
带有右列轴承的电动机圆筒结构	滑动轴承	6.0	—	0.20	—	—
		12.5	—	0.25	0.20	—
		25.0	—	0.30	0.25	0.20
		40.0	—	0.40	0.30	0.25
	滚动轴承	6.0	—	0.30	—	—
		12.5	—	0.40	0.30	0.20
		25.0	—	0.45	0.40	0.30
		40.0	—	0.60	0.45	0.40

表 2-19 ⅡC（不包括乙炔）隔爆接合面结构参数①

接合面型式	L/mm	L_1/mm	W/mm 外壳容积 V/L $V \leqslant 0.1$	$0.1 < V \leqslant 2.0$	$V > 2.0$
平面、止口或圆筒结构	6.0	6.0	0.10	—	—
	12.5	8.0	0.15	0.10	—
	25.0	9.0	0.15	0.10	0.10
滚动轴承	6.0	—	0.15	—	—
	12.5	—	0.20	0.15	—
	25.0	—	0.25	0.20	0.20

① 可在保证安全系数不小于 1.5 的条件下，通过试验确定结构参数。

表 2-20 ⅡC（乙炔）隔爆接合面结构参数[①]

接合面型式	L/mm	L_1/mm	W/mm			
			外壳容积 V/L			
			$V\leqslant0.02$	$0.02<V\leqslant0.1$	$0.1<V\leqslant0.5$	$V>0.5$
止口结构	6.0	—	0.10	—	—	—
	12.5	—	0.15	0.10	0.10	—
	25.0	—	0.20	0.15	0.10	0.01
爆炸时隔爆间隙趋向压缩的平面结构（如电机轴承内盖与端盖接触的平面）	25.0	9.0	—	—	—	0.05
操纵杆圆筒结构	6.0	—	0.10	—	—	—
	12.5	—	0.15	0.10	0.07	—
	25.0	—	0.20	0.15	0.10	0.10
电动机滚动轴承结构	6.0	—	0.15	—	—	—
	12.5	—	0.25	0.20	—	—
	25.0	—	0.25	0.25	—	—

① 可在保证安全系数不小于1.5的条件下，通过试验确定结构参数。

（5）接线盒　隔爆型电动机的接线盒为独立的防爆空腔，可以制成隔爆型或其他防爆类型的。若制成增安型的，其要求同本节之“一”；若制成隔爆型的，除将盒盖与盒体、盒体与电动机间平面接合面处的橡胶密封垫取消，零部件配合面变为隔爆面（见图2-15、2-16），外壳材质按隔爆型要求外，其余特征及要求与增安型接线盒相同。

（6）轴承结构　本章的“轴承结构”系指轴承及与之相关的零部件，如轴承内、外盖等组合起来所构成的与该处的运行、维护的全部质量问题相关的这样一个整体结构而言。由于隔爆型电动机“间隙灭焰”的要求，使其轴承结构比其他类型的防爆电动机，特别是比普通电动机要复杂。图2-17～2-18列出国内隔爆型电动机的两种典型结构。其接线盒部分参见图2-15、2-16；轴承部分见图2-19～2-23。

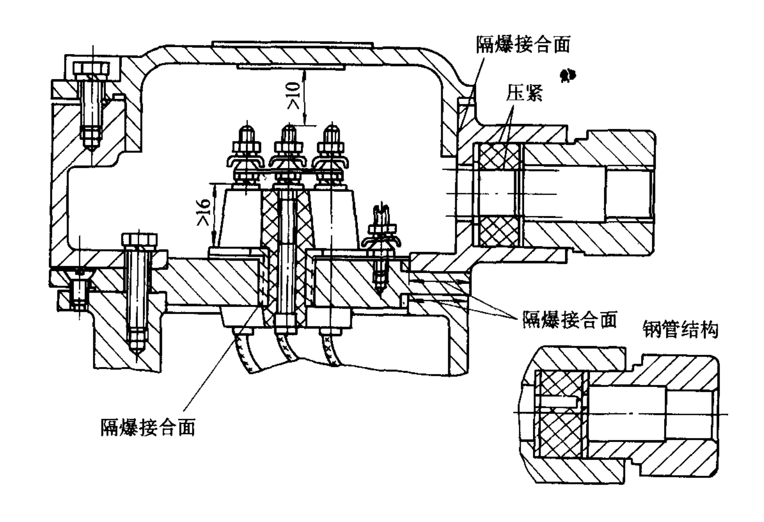


图2-15　低压660V隔爆型接线盒典型结构

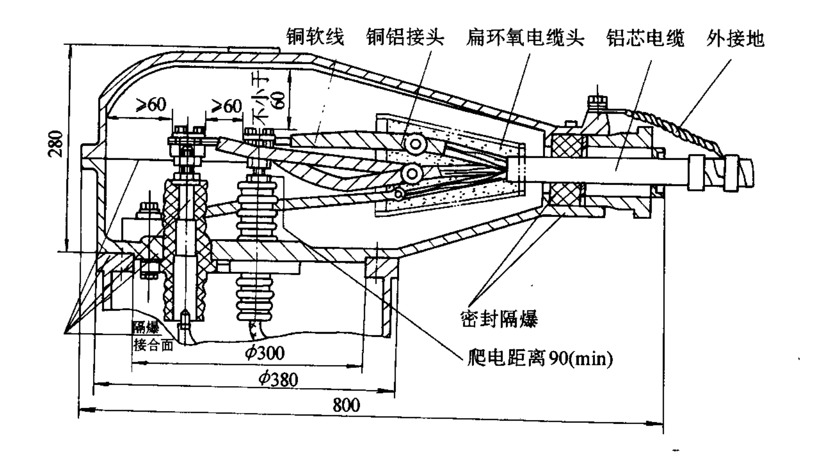


图 2-16 高压 6kV 隔爆型接线盒典型结构

隔爆面

隔爆面

图 2-17 低压隔爆型电动机典型结构

图 2-18 高压隔爆型电机两种典型结构（下部为“三轴承”结构）

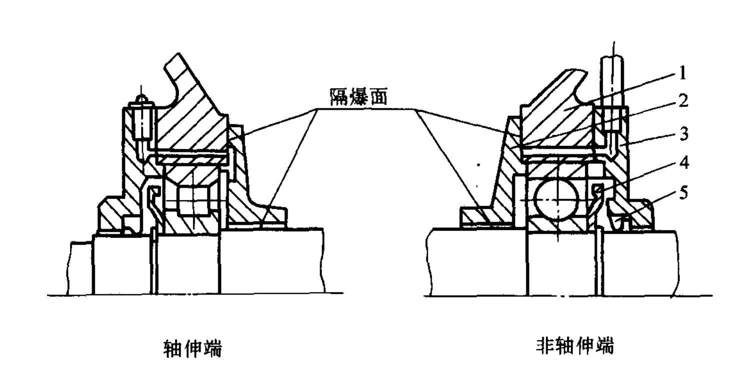


图 2-19 圆筒式轴承结构（用于小型隔爆电动机）

1—端盖 2—内盖 3—外盖 4—甩油盘

5—橡胶密封圈（IP54 时采用）

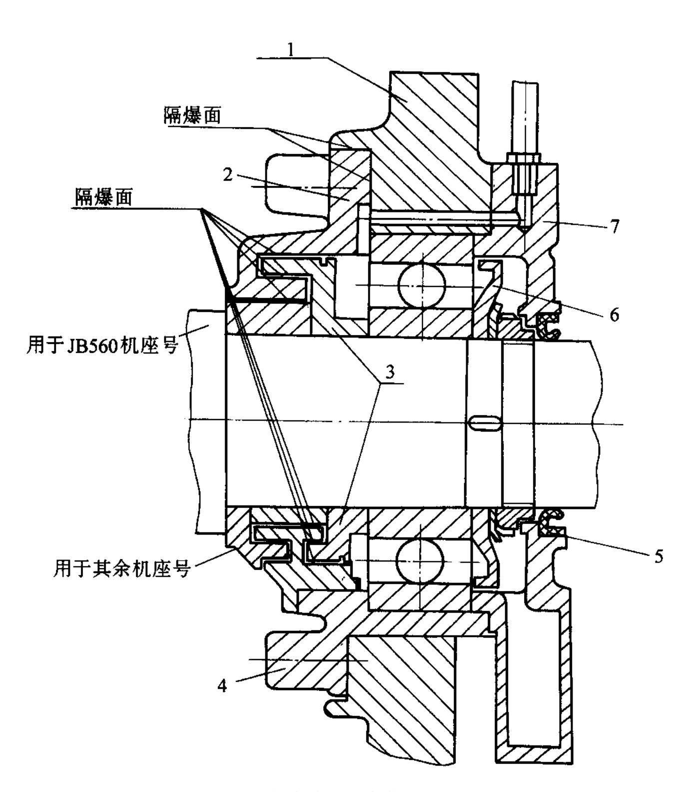


图 2-20　曲路式轴承结构（用于中型隔爆或ⅡC级隔爆电动机）

1—端盖　2—内盖　3—曲路环　4—轴承套　5—橡胶密封圈　6—甩油盘　7—外盖

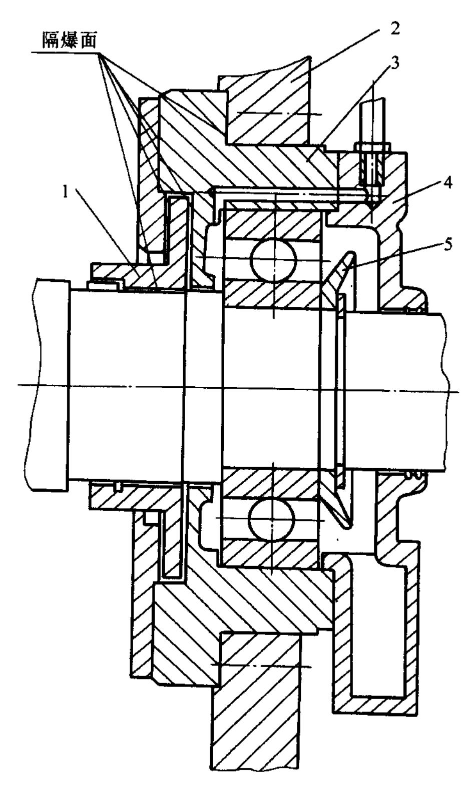


图 2-21　推盖式轴承结构（用于中型隔爆或ⅡC级隔爆电机）

1—推盖　2—端盖　3—轴承套　4—外盖　5—甩油盘

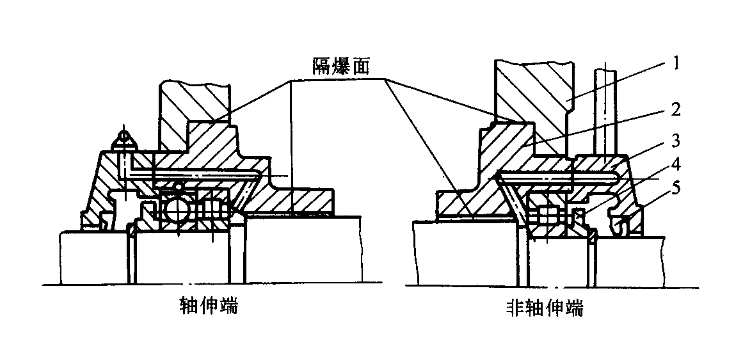


图 2-22　三轴承的轴承结构（用于 YB_{450}^{400}2 极隔爆电动机）

1—端盖　2—轴承盖　3—外盖　4—甩油盘　5—橡胶密封圈

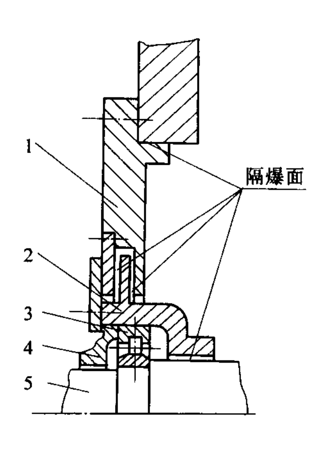


图 2-23　滑动轴承用轴贯穿处隔爆结构

1—端盖　2—导轴承内盖　3—导轴承　4—导轴承外盖　5—轴

三、正压型防爆电动机

（一）防爆原理

正压型防爆电动机，是将壳体内充入保护气体——新鲜空气或惰性气体，其压力保持高于周围爆炸性气体混合物的压力，以避免外部气体混合物进入壳内达到防爆目的。

充入壳内的气体可以与外界呈流动状态（老防爆规程称“防爆通用型”），也可以不与外界呈流动状态，仅在壳内呈闭路循环。

（二）结构特征

正压型防爆电动机的防护等级因其防爆原理的要求，一般采用 IP54。其接线盒及电缆引入方式、结构与增安型电动机基本相同。它的设计、制造要点是：借助继电保护系统使壳内维持正压，壳内不存在通风的“死角”。

（1）保持壳内正压　在进、出风管道处及壳体的上、中、下有关部位安放微压计，当微压计的读数低于200Pa 时，通过继电保护系统，使电动机停止运行；或者使通风或充气系统提高充入壳内气体的压力。

（2）消灭通风“死角”　在电动机开始运行之前，壳内先通以 5 倍净容积的新鲜空气或惰性气体，以将内腔中的爆炸性气体混合物全部吹拂出去。因此，壳内不允许存在“死角”。

顾名思义，“死角”就是在通风过程中吹拂不利的角落。在设计时，按照空气动力学的原理，应设法消除这样的角落。

正压型防爆电动机在国内的石油化工企业中使用的较少，并且大部分都是由国外进口的。

四、无火花型防爆电动机

（一）防爆原理

它是一种在正常运行条件下不产生火花、电弧和危险温度，因而也就不会将周围爆炸性气体混合物引爆的防爆电动机。

（二）结构特征

在接线盒、电缆引入方式及结构，以及防护等级的要求与增安型电动机相同，但无 t_E 及降低 10K 温升的要求（其余防爆要求与增安型类似），其安全程度比增安型略低，因此它仅能用于 2 区。

无火花型电动机在国内起步较晚，目前尚未批量投入市场。英国 GEC 公司成系列生产无火花型防爆电动机已有多年的历史。

五、粉尘防爆电动机

粉尘防爆电动机虽未被 GB3836 防爆规程列入如上所述的防爆类型之中，但随着化纤、农产品、药品、燃料、食品乃至部分金属的深加工，特别是这些行业在生产中出现了因其粉尘而产生的爆炸事故，遂引起了国家安全部门的重视，并为此专门编制了国家标准——《爆炸性粉尘环境用防爆电气设备　粉尘防爆电气设备》（GB12476.1—1990）。该类电动机的产量亦逐年增加，并远远超过上述四类防爆电动机中的后两类——正压型及无火花型防爆电动机产量的总和。

（一）防爆原理

该类电动机是在结构上采取措施限制粉尘进入壳体之内；同时，将电动机外壳表面温度限定在一个安全的限度内，达到防爆要求。

（二）结构特征

为达到 GB12476.1—1990 的要求采取以下措施：

（1）外壳的分类　粉尘防爆电动机的外壳按其防护等级分为两类：

1）防尘外壳　外壳的防尘等级为 5 级，如防护等级为 IP54、IP55 的外壳，标志为 DP；

2）尘密外壳　外壳的防尘等级为 6 级，如防护等级为 IP64、IP65 的外壳，标志为 DT。

粉尘危险场所的分级见表 2-5。DP 级、DT 级外壳的适用范围见表 2-8。

（2）对外壳的一般要求

1）外壳应制成能尽量避免静电荷聚集和粉尘堆积的结构，同时要便于清理；

2）外壳材质可以采用金属或含镁量不大于 0.5% 的轻合金制成；

3）外壳应有足够的强度、刚度，除保证正常安装、运行外，还应保证不致因各种因素（如温度变化）引起的变形而破坏外壳的防尘性能。

（3）限制粉尘进入外壳的措施

1）外壳壳体与可拆卸零部件之间的接合面可以是平面式、止口式、密封式、螺纹式、圆筒式或这几种方式的组合。

2）用螺栓紧固时，其数量应能保证整个接合面的紧密配合。

3）密封垫须采用石棉、橡胶或其他耐久的优质材料，并应适合电动机的负荷状况和正常的工作温

度。易于变硬或易于发粘的材料不宜作密封垫。

4）接合面应有防锈措施，如电镀、磷化、涂204-1 防锈油等。接合面不准涂油漆。

5）对于尘密外壳的静止接合面可采用以下三种方式之一：

① 平面式接合面　见图 2-12，其 L、L_1 应符合表 2-21 的规定。

表 2-21　L、L_1 最小值规定　（mm）

L 最小值	15
L_1 最小值	5

② 止口式接合面　止口式接合面的径向平面接合面应紧密接合。接合面的最小有效长度 L 和接合面边缘至螺孔边缘的最小有效长度 L_1 应符合表 2-21（参见图 2-12）。若轴向圆柱面配合部分的直径差小于 0.075mm 时，可将其配合长度的 1/2 作为接合面（见图 2-24），但止口接合面长度也应符合表 2-21。若直径差大于 0.075mm 则不按接合面计。

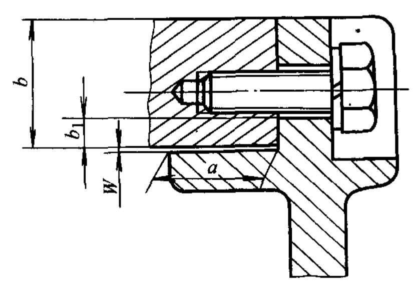


图　2-24

直径差 $W \leqslant 0.075$mm

$L = a/2 + b \quad L_1 = a/2 + b_1$

③ 密封式接合面　密封式接合面须充分压紧。在安装或拆卸接合部位时，密封垫不得损伤、脱离。平垫密封时，L、L_1（见图 2-12）应符合表 2-22 的规定。

表 2-22　L、L_1 最小值规定　（mm）

接合面周长	<300	300～500	>500
L 最小值	5	8	10
L_1 最小值	3	3	3

注：接合面周长按接合面中心线计算。

6）对于尘密外壳的轴贯穿处的活动接合面可采用密封式接合面，见图 2-25、2-26。为了保证防尘性能，电动机铭牌上应标明密封件的更换时间。此外，还宜采用防尘性能优良的密封轴承，并设法使轴承润滑脂亦起到辅助密封作用（如设置油沟）。

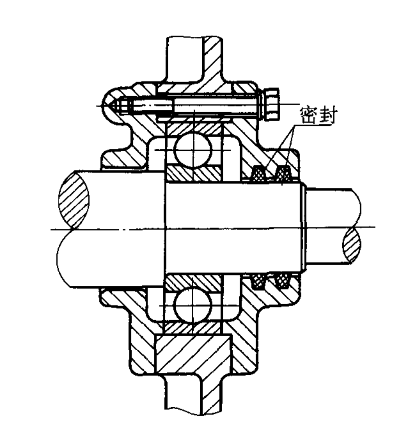


图 2-25　旋转轴接合面

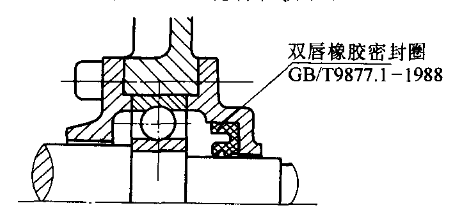


图 2-26　密封式接合面

7）对于尘密式外壳的螺纹式接合面，螺纹接合面的螺纹旋合长度应不小于 5 倍螺距，并须采取防松措施。此外，还可以加密封垫，以提高防尘性能。

当外壳与外壳、外壳与钢管之间的螺纹接合为两端固定不能松脱时，可以不采取防松措施。

8）对于防尘外壳的静止接合面仍采用与 5）类似的三种方式之一，但要求略松：

① 平面式接合面　对 L、L_1 的规定见表 2-23。

表 2-23　平面式接合面的 L、L_1 最小值规定　（mm）

L 最小值	6
L_1 最小值	3

② 止口式接合面　与 5）之②类似，但 L、L_1 按表 2-23 的规定。同样，若轴向圆柱配合面部分的直径差小于 0.075mm 时，可将其配合长度的 1/2 作为接合面，见图 2-24。止口接合面的长度也按表 2-23 的规定。若直径差大于 0.075mm，也不按接合面计。

③ 密封式接合面　密封式接合面采用平垫密封时，L 应大于 5mm；L_1 应大于 3mm。L、L_1 的定义同上，见图 2-12。

9）对于防尘外壳轴贯穿处的活动接合面可采用下列两种形式之一：

① 曲路式接合面　曲路式接合面的最小有效长度 L 和最大直径差 W 应符合表 2-24 的规定。接合面的长度和单边间隙按图 2-27 所示计算。为提高防尘

性能，可在曲路内侧加一辅助挡板，见图 2-28。

表 2-24　曲路式接合面的 L、W 规定值

（mm）

L 最小值	12.5	25	45
W 最大值	0.25	0.4	0.5

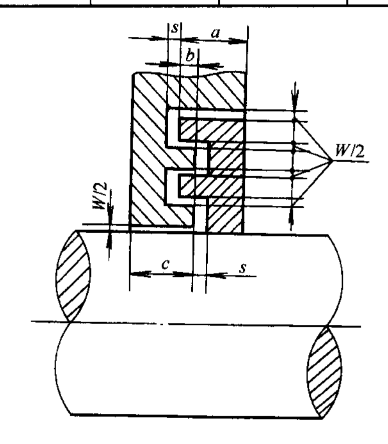


图 2-27　曲路式接合面

$L = a + \sum b + c$

s—按轴向位移选取的间隙

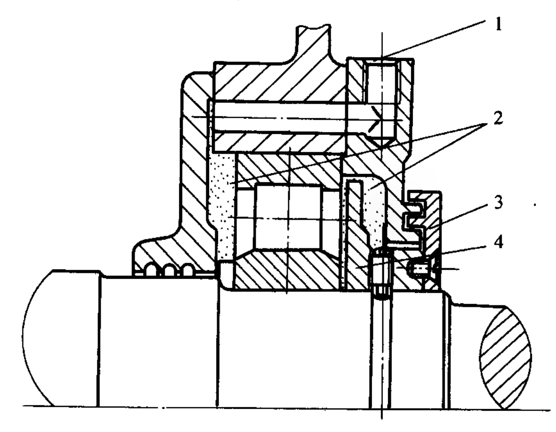


图 2-28　加辅助挡板的曲路式接合面

1—注油孔　2—润滑脂

3—曲路　4—挡板

② 密封式接合面　防尘外壳对于轴贯穿处的密封式接合面的规定与尘密外壳相同，见 6)。

10) 防尘外壳的螺纹式接合面　与尘密外壳规定相同，见 7)。

11) 紧固件

① 紧固件应有防松措施，如紧固螺栓下加弹簧垫；

② 若结构上有特殊要求，可设置 1～2 个护圈式（或沉孔式）特殊紧固件，见图 2-29。

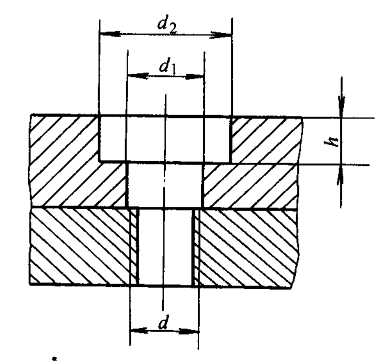


图 2-29　护圈式尺寸

特殊紧固件应符合下列要求：

· 螺栓头或螺母设在圈内，只有专用工具才能打开；

· 紧固以后螺栓头或螺母的上平面不得超出护圈高度 h；

· 护圈直径 d_2、高度 h 和螺栓通孔直径 d_1 应符合表 2-25 的规定；

· 护圈可设有开口。开口所对应的圆心角不得大于 120°。

③ 紧固材料应采用不锈材料制造，或者经过电镀等防锈处理。

12) 接线盒、电缆及导线引入　对接线盒、电缆及导线引入的规定与增安型电动机基本相同。但其防护等级应与电动机主体相同，即电动机主体为 6 级防尘时，接线盒也应符合对接合面的上述要求。

表 2-25　护圈尺寸　（mm）

螺纹规格 d	通孔直径 d_1	护圈高度 h	护圈直径 d_2					
			适用于六角头		适用于小六角头		适用于内六角头	
			最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
M4	4.5	4					9	8
M5	5.5	5	19	17	—	—	11	10
M6	6.6	6	20	18	—	—	12	11
M8	9	8	25	22	20	18	16	15
M10	11	10	30	27	25	22	20	18

（续）

螺纹规格 d	通孔直径 d_1	护圈高度 h	护圈直径 d_2					
			适用于六角头		适用于小六角头		适用于内六角头	
			最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
M12	14	12	35	31	30	27	22	20
M14	16	14	40	36	35	31	26	24
M16	18	16	44	40	40	36	28	26
M18	20	18	48	44	44	40	31	29
M20	22	20	50	46	48	44	35	33
M22	24	22	56	51	50	46	38	36
M24	26	24	61	57	56	51	42	40

以上是对粉尘防爆电动机限制粉尘进入外壳的措施。该电动机外壳共有两种防尘等级——5 级（防尘外壳）、6 级（尘密外壳）。其中 1）~4）及 11）、12）是通用要求；5）~7）是针对尘密外壳采取的措施；8）~10）是针对防尘外壳的。对于外壳的防尘，关键部位是轴贯穿处，即轴承外盖处的防尘结构。图 2-25 ~ 2-28 是几种典型结构。佳木斯电机厂在 YFB 系列粉尘防爆电机上采用的是图 2-26 结构。

（4）外壳表面温度的限定　电动机外壳表面温度限定在低于表 2-26 所规定的范围内。

表 2-26　电机外壳表面温度的限定　（℃）

温度组别	无过负荷	有认可的过负荷
T11	215	190
T12	160	145
T13	120	110

T11 ~ T13 的界面见表 2-3。

爆炸性、可燃性粉尘特性见表 2-27。

表 2-27　爆炸性和可燃性粉尘特性表

粉尘种类	粉尘名称	温度组别	高温表面堆积粉尘层（5mm）的点燃温度/℃	粉尘云的点燃温度/℃	爆炸下限浓度/（g/m³）	粉尘平均粒径/μm	危险性质
金属	铝（表面处理）	T11	320	590	37 ~ 50	10 ~ 15	爆
	铝（含脂）	T12	230	400	37 ~ 50	10 ~ 20	爆
	铁		240	400	153 ~ 204	100 ~ 150	可、导
	镁	T11	340	470	44 ~ 59	5 ~ 10	爆
	红磷		305	360	48 ~ 64	30 ~ 50	可
	碳黑	T12	535	>690	36 ~ 45	10 ~ 20	可、导
	钛	T11	290	375	—	—	可、导
	锌		430	530	212 ~ 284	10 ~ 15	可、导
	电石		325	555	—	<200	可
	钙硅铝合金（8%钙-30%硅-55%铝）		290	465	—	—	可、导
	硅铁合金（45%硅）		>450	640	—	—	可、导
	黄铁矿		445	555	—	<90	可、导
	锆石		305	360	92 ~ 123	5 ~ 10	可、导

（续）

粉尘种类	粉尘名称	温度组别	高温表面堆积粉尘层（5mm）的点燃温度/℃	粉尘云的点燃温度/℃	爆炸下限浓度/（g/m³）	粉尘平均粒径/μm	危险性质
化学药品	硬脂酸锌	T11	熔融	315	—	8～15	可
	萘		熔融	575	28～38	30～100	可
	蒽		熔融升华	505	29～39	40～50	可
	已二酸		熔融	580	65～90	—	可
	苯二（甲）酸		熔融	650	61～83	80～100	可
	无水苯二（甲）酸（粗制品）		熔融	605	52～71	—	可
	苯二甲酸腈		熔融	>700	37～50	—	可
	硫磺		熔融	235		30～50	
	无水马来酸（粗制品）		熔融	500	82～113	—	可
	醋酸钠酯		熔融	520	51～70	5～8	可
	结晶紫		熔融	475	46～70	15～30	可
	四硝基咔唑		熔融	395	92～129	—	可
	二硝基甲酚		熔融	340	—	40～60	可
	阿斯匹林		熔融	405	31～41	60	可
	肥皂粉		熔融	575	—	80～100	可
	青色染料		350	465	—	300～500	可
	萘酚染料		395	415	133～184	—	可
合成树脂	聚乙烯	T11	熔融	410	26～35	30～50	可
	聚丙烯		熔融	430	25～35	—	可
	聚苯乙烯		熔融	475	27～37	40～60	可
	苯乙烯（70%）丁二烯（30%）粉状聚合物		熔融	420	27～37	—	可
	聚乙烯醇		熔融	450	42～55	5～10	可
	聚丙烯腈		熔融炭化	505	35～55	5～7	可
	聚氨酯（类）		熔融	425	46～63	50～100	可
	聚乙烯四酞		熔融	480	52～71	<200	可
	聚乙烯氮戊环酮		熔融	465	42～58	10～15	可
	聚氯乙烯		熔融炭化	595	63～86	4～5	可
	氯以烯（70%）、苯乙烯（30%）粉状聚合物		熔融炭化	520	44～60	30～40	可
	酚醛树脂（酚醛清漆）		熔融炭化	520	36～49	10～20	可
	有机玻璃粉		熔融炭化	485	—	—	可
天然树脂	骨胶（虫胶）	T11	沸腾	475	—	20～50	可
	硬质橡胶		沸腾	360	36～49	20～30	可
	软质橡胶		沸腾	425	—	80～100	可

（续）

粉尘种类	粉尘名称	温度组别	高温表面堆积粉尘层（5mm）的点燃温度/℃	粉尘云的点燃温度/℃	爆炸下限浓度/（g/m³）	粉尘平均粒径/μm	危险性质
天然树脂	天然树脂	T11	熔融	370	38～52	20～30	可
	珐把树脂		熔融	330	30～41	20～50	可
	松香		熔融	325	—	50～80	可
沥青、蜡类	硬蜡	T11	熔融	400	26～36	30～50	可
	绕组沥青		熔融	620	—	50～80	可
	硬沥青		熔融	620	—	50～150	可
	煤焦油沥青		熔融	580	—	—	可
农产物	裸麦粉	T11	325	415	67～93	30～50	可
	裸麦谷物粉（未处理）		305	430		50～100	可
	裸麦筛落粉（粉碎品）		305	415		30～40	可
	小麦粉		碳化	410		20～40	可
	小麦谷物粉		290	420		15～30	可
	小麦筛落粉（粉碎品）		290	410		3～5	可
	乌麦、大麦谷物粉	T12	270	440		50～150	可
	筛米粉		270	420		50～100	可
	玉米淀粉		碳化	410		2～30	可
	马铃薯淀粉		炭化	430		60～80	可
	布丁粉		炭化	395		10～20	可
	糊精粉		炭化	400	71～99	20～30	可
	砂糖粉		熔融	360	77～107	20～40	可
	乳糖		熔融	450	83～115		
纤维、鱼粉	可可子粉（脱脂品）		245	460		30～40	可
	咖啡粉（精制品）	T11	收缩	600		40～80	可
	毕尔（啤酒）麦芽粉		285	405		100～150	可
	紫苜蓿		280	480		200～500	可
	亚麻粕粉		285	470		—	可
	菜种渣粉		炭化	465		400～600	可
	鱼粉		炭化	485		80～100	可
	烟草纤维		290	485		50～100	可
	棉纤维		385	—		—	可
	人造短纤维		305	—		—	可
	亚硫酸盐纤维		380	—		—	可
	木质纤维	T12	250	445		40～80	可
	纸纤维	T11	360	—		—	可
	椰子粉		280	450		100～200	可

（续）

粉尘种类	粉尘名称	温度组别	高温表面堆积粉尘层（5mm）的点燃温度/℃	粉尘云的点燃温度/℃	爆炸下限浓度/（g/m³）	粉尘平均粒径/μm	危险性质
纤维、鱼粉	软木粉	T11	325	460	44～59	30～40	可
	针叶树（松）粉		325	440		70～150	可
	硬木（丁钠橡胶）粉		315	420		70～100	可
燃料	泥煤粉（堆积）	T12	260	450	—	60～90	可、导
	褐煤粉（生褐煤）		260	—	49～68	2～3	可
	褐煤粉（火车焦用）		230	485	—	3～5	可、导
	有烟煤粉		235	595	41～57	5～10	可、导
	瓦斯煤粉		225	580	35～48	5～10	可、导
	焦炭用煤粉	T11	280	610	33～45	5～10	可、导
	贫煤粉		285	680	34～45	5～7	可、导
	无烟煤粉		>430	>600	—	100～150	可、导
	木炭粉（硬质）		340	595	39～52	1～2	可、导
	泥煤焦炭粉		360	615	40～54	1～2	可、导
	褐煤焦炭粉	T12	235	—	—	4～5	可、导
	煤焦炭粉	T11	430	>750	37～50	4～5	可、导

（5）自扇冷电动机进风端的防护等级不应低于IP20；出风端不低于IP10。风扇罩应光滑无毛刺。

（6）立式电动机，外物不得垂直落入通风孔。

（7）风扇、风扇罩等也应有足够的机械强度，并应可靠固定。静止件与活动件不得相互碰撞和摩擦。在正常工作状态下，风扇与风扇罩、档风板及其紧固件间的间距不得小于风扇直径的1%，对于小电动机可以略小于5mm。

（8）风扇若用轻合金制成，也应控制其含镁量不大于0.5%。

（9）风扇若采用塑料材质，其表面电阻应小于$10^9\Omega$。当风扇的圆周速度低于50m/s时，可以不按此规定。

六、防爆、防腐电动机

防爆防腐电动机虽然也如粉尘防爆电动机同样未被GB3836列入防爆类型之中，但在易燃易爆场所中，有些腐蚀性物质——气、雾、液、尘常常伴随爆炸性混合物出现；有些则易燃易爆及腐蚀两者属性兼顾，如氨、硫化氢等。由于它们的存在，使普通的防爆电动机被腐蚀得“面目皆非”，有时也因此而破坏了防爆性能，因此，原机械电子工业部组织有关部门拟定了专用的部颁标准——《户内、户外防腐防爆异步电动机环境技术要求（机座号45—710）》（ZBK04003—1989）。

（一）电动机的防腐类型及使用环境

1. 腐蚀性环境条件

1）气候条件（K）；

2）特殊气候条件（Z）；

3）生物条件（B）；

4）化学活性物质条件（C）；

5）机械活性物质条件（S）；

6）机械条件（M）。

其中特殊气候条件（Z）又分为：

热辐射（Zh）；

周围空气运动（Za）和

降雨以外的水（Zw）三种条件。

化学活性物质条件（C）又可分为三种严酷程度等级：

轻腐蚀（C_2）；

中等腐蚀（C3）；

强腐蚀（C4）。

2. 电动机的防腐蚀类型：

1）户外防轻腐蚀型（简称户外型　代号W）；

2）户外防中等腐蚀型（代号WF1）；

3）户外防强腐蚀型（代号 WF2）；

4）户内防中等腐蚀型（简称防中等腐蚀型，代号 F1）；

5）户内防强腐蚀型（简称防强腐蚀型，代号 F2）。

3. 不同防腐蚀型电动机的使用环境（见表 2-28）

4. 各种环境条件等级的环境参数（见表 2-29、2-30）。

表 2-28 防腐蚀型电动机的使用环境

电动机的防腐蚀类型	使用环境条件等级
户外型（W）	$4K_1$[①]，4Zh1，4Za4，4Zw7，4B1，4C2，4S2[2)]
户外防中等腐蚀型（WF1）	$4K_1$[①]，4Zh1，4Za4，4Zw7，4B1，4C3，4S3
户外防强腐蚀型（WF2）	$4K_1$[①]，3Zh1，4Za4，4Zw7，4B1，4C4，4S4
防中等腐蚀型（F1）	3K5L[②]，3Zh1，3Za3，3Zw9，3B2，3C3，3S3
防强腐蚀型（F2）	3K5L[②]，3Zh1，3Za5，3Zw9，3B2，3C4，3S4

① 当使用部门提出低温 -35℃ 的要求时（隔爆型电动机暂只限 -20℃），气候环境条件等级可用 4K2 代替 4K1 在订货时协商确定。

② 代号中英文字母前的“3”表示“有气候防护场所”；“4”表示无气候防护场所、英文字母后的数字表示严酷程度等级，各种使用环境条件等级的应用说明见 JB 4375。

（二）防腐措施

防爆防腐电动机在结构上与防爆电动机（增安型、隔爆型等）基本相同，仅在设计、制造上额外地采取了防腐措施——零部件材质及涂复处理等，见表 2-31。

表 2-29 气候和生物条件各种等级的环境参数值

环境参数	电动机防腐蚀类型							
	W		WF1		WF2		F1	F2
1. 气候环境参数①	气候环境条件的等级							
	4K1	4K2	4K1	4K2	4K1	4K2	3K5L	3K5L
① 低温/℃	-20	-35	-20	-35	-20	-35	-5	-5
② 高温/℃	+40							
③ 高相对湿度（%）	100						95	
④ 高绝对湿度/（g/m^3）	25[②]	25	25[②]	25	25[②]	25	29	29
⑤ 气压/kPa	90[③]							
⑥ 太阳辐射/（W/m^2）	1120						700	
⑦ 周围空气运动/（m/s）	30						10	
⑧ 凝露条件	有凝露条件							
⑨ 降雨强度/（mm/min）	6						—	
⑩ 结冰和结霜条件	有结冰结霜条件							
2. 特殊气候条件环境参数								
① 热辐射条件	等级：4Zh1						等级：3Zh1	
	热辐射条件可以忽略，使用环境如需考虑热辐射影响订货时可协商确定							
② 周围空气运动	等级：4Za4						等级：3Za5	
	30						10	
③ 降雨以外的水	等级：4Zw7						等级：3Zw9	
	有溅水条件							

（续）

环境参数	电动机防腐蚀类型				
	W	WF1	WF2	F1	F2
3. 生物环境参数	生物环境条件的等级				
	4B1	4B1	4B1	3B2	3B2
① 植物	霉菌、真菌等条件	不作规定[④]			
② 动物	啮齿类动物和其它危害产品的动物条件（白蚁除外）				

① 3K5L、4K1、4K2 气候环境参数中对电动机未能造成明显使用影响的环境参数未列入。

② 4K1 中的高绝对湿度原为 $22g/m^3$，为扩大电动机适用范围，故定为 $25g/m^3$，与 4K2 一致。

③ 相当于海拔 1000m，如超过 1000m，则按 GB 755 规定。

④ 在中等和强腐蚀环境中霉菌对电动机的影响不是主要的。

表 2-30　化学活性物质和机械活性物质条件各种等级的环境参数

环境参数		电动机防腐蚀类型				
		W	WF1	WF2	F1	F2
1. 化学活性物质环境参数[①]		化学活性物质条件等级				
		4C2	4C3	4C4	3C3	3C4
① 盐雾		有				
② 二氧化硫/（mg/m^3）	平均值[②]	0.3	5.0	13	5.0	13
③ 硫化氢/（mg/m^3）	平均值	0.1	3.0	14	3.0	14
④ 氯　气/（mg/m^3）	平均值	0.1	0.3	0.6	0.3	0.6
⑤ 氯化氢/（mg/m^3）	平均值	0.1	1.0	3.0	1.0	3.0
⑥ 氟化氢/（mg/m^3）	平均值	0.01	0.05	0.1	0.05	0.1
⑦ 氨　气/（mg/m^3）	平均值	1.0	10	35	10	35
⑧ 氧化氮[③]/（mg/m^3）	平均值	0.5	3.0	10	3.0	10
2. 机械活性物质		机械活性物质条件等级				
		4S2	4S3	4S4	3S3	3S4
① 砂/（mg/m^3）		300	1000	4000	300	3000
② 尘（飘浮）[④]/（mg/m^3）		5.0	15	20	0.4	4.0
③ 尘（沉降）[④]/（mg/m^3）		500	1000	2000	350	1000

① 在环境空气中有一种或一种以上的化学腐蚀气体的浓度值达到表中的数值，即属于该等级。

② 平均值是长期数值的平均值。

③ 相当于二氧化氮的值。

④ 不包括易燃、易爆粉尘。

表 2-31　防爆防腐电动机的防腐措施

<table>
<tr><th rowspan="2">部　　位</th><th colspan="3">电动机防腐类型</th></tr>
<tr><th>W</th><th>F1、WF1</th><th>F2、WF2</th></tr>
<tr><td>机　　壳</td><td>1. 环氧铁红底漆 + 过氯乙烯底漆 + 过氯乙烯面漆，共 4 次
2. 聚氯酯改性氯醋底、面漆，共 3 次</td><td>表面漆 = 底漆 + 面漆（各 1 层）
1. 聚氨酯底、面漆；2. 环氧铁红底漆、聚氨酯面漆；3. 聚氨酯改性氯醋底、面漆；4. 环氧铁红 1 层 + 过氯乙烯底、面漆各 3 层</td><td>方案同左，但涂漆层次增加 1 次，即：两层底漆 + 两层面漆</td></tr>
<tr><td>端盖与机座的密封</td><td colspan="3">端盖止口配合处涂半干性密封胶油或锂基润滑脂</td></tr>
<tr><td>轴　　承</td><td>采用甩水环，但小机座号也可采用曲路环加橡胶甩水环</td><td>同左</td><td>同左，但 F2 采用曲路环</td></tr>
<tr><td>接　线　盒</td><td colspan="3">防护等级不低于 IP55；密封胶圈与接线盒座、盖均用聚氨酯胶粘合</td></tr>
<tr><td>外　风　扇</td><td>铝合金风扇表面涂漆</td><td>F1 采用塑料或铝合金风扇（表面涂漆或环氧粉末）；WF1 同左</td><td>同左</td></tr>
<tr><td>风　扇　罩</td><td colspan="3">1. 钢板件采用环氧粉末硫化床涂复，WF2 再加 1 层氯醋或过氯乙烯漆；
2. 采用钢板涂环氧粉末及塑料风窗的复合结构；3. W 亦可采用钢板涂漆（同机壳）</td></tr>
<tr><td>铭　　牌</td><td>铜质镀镍铬</td><td>同左</td><td>1. 同左，之后环氧粉末涂复
2. 采用不锈钢 OCr18Ni12Mo2Ti</td></tr>
<tr><td>紧 固 螺 栓</td><td>钢质镀镍</td><td>同左，之后表面渗脂处理</td><td>采用不锈钢 OCr18Ni12Mo2Ti</td></tr>
<tr><td>铁心等内圆</td><td colspan="3">1. 涂磷化底漆，环氧铁红 + 1504 环氧气干漆；
2. 涂其他环氧铁红两次</td></tr>
<tr><td>接　线　板</td><td colspan="3">1. 高树脂含量胶木粉压制
2. 酚醛玻璃纤维压塑料
3. 玻璃纤维增强聚碳酯</td></tr>
<tr><td>绕组绝缘</td><td colspan="3">绝缘结构 DMD + M；聚酯漆包线，3240 或软槽楔，浸 1032 漆两次；或采用 VPI</td></tr>
<tr><td>润 滑 脂</td><td colspan="3">1. −25℃3 号锂基脂，2. −40℃，200—Ⅰ型高低温润滑脂（上海树脂厂产）</td></tr>
<tr><td>轴　　伸</td><td colspan="3">特殊要求时，采用不锈钢烧焊</td></tr>
<tr><td>密封橡胶、电机引出线</td><td colspan="3">丁腈或氯丁橡胶；丁基或丁腈橡胶引出线</td></tr>
</table>

注：表中所列诸项措施仍在不断完善之中。

七、国产防爆电动机的种类及结构特征

以下仅介绍批量生产的基本系列，个别的专用产品，如装岩机用防爆电动机，因无代表性，则不予介绍。

（一）国产防爆电动机的历史与现状

1. 低压防爆电动机

建国后低压防爆电动机共经了四次改型设计：

1）50年代到60年代初，仿制阶段。其产品是仿苏的隔爆型JBS、JB、1JB系列，功率：0.52～160kW。

2）60年代中期，开始自行设计。其产品是在JO2上派生的隔爆型BJO2系列及增安型AJO2系列，功率：0.6～100kW。

3）80年代研制并陆续投放市场的YB系列隔爆型电动机及YA系列增安型电动机，它们均是在Y系列上的派生产品。功率：0.55～315kW。

4）90年代设计，尚未批量投放市场的换代产品YB2系列隔爆型电动机及YA2系列增安型电动机，它们均是在Y2系列上的派生产品。功率范围与Y系列相同。

2. 高压防爆电动机

高压防爆电动机是70年代开始研制的JB系列高压隔爆型电动机，功率：220～710kW，电压6kV，B级绝缘，共有560、630、710三个机座号。

80年代初又研制了YB系列隔爆型及YA系列增安型高压防爆电动机。功率：160～500kW，电压6kV，F级绝缘，共有400、450两个机座号。80年代末又研制了TAQW系列增安型同步防爆电动机。

70年代以前，高压防爆电动机全部靠进口。70年代以后，国产高压防爆电动机陆续增多，但截止目前，仍未完全占领国内市场。

目前批量生产的低压防爆电动机是YA、YB系列；高压是JB（佳木斯电动机的型号，南阳防爆电机厂的型号为JBO，二者功率等级、安装尺寸，及其对应关系基本相同）、YA、YB及TAQW新老两代产品同时生产。

用户使用着的国产防爆电动机则跨越40年！50年代生产的仿苏产品及90年代生产的YA、YB目前同时在“服役”，尽管前者在使用部门很少见到。

（二）国产防爆电动机的结构特征

1. 低压防爆电动机

1）电压　220V（3kW及以下在特殊申明时可供220V，否则仍380V）、380V、420V（60Hz时）、660V、380V/660V、1140V（1140V目前仅用于煤矿）；

2）频率　50Hz、60Hz；

3）同步转速　3000、1500、1000、750、600r/min；

4）防护等级　IP44、IP54（防尘例外）；

5）绝缘等级　仿苏的JBS为A级；JB、1JB为A级、B级；AJO2、BJO2为E级；YA、YB为F级；

6）防爆等级　由于国产防爆电动机跨越40年，其间颁布过三次防爆规程，使其防爆等级的代号亦随之变动，见表2-32。

表2-32　新、老防爆规程防爆类型、温度组别、隔爆级别的对应关系

对比项目 / 新、老规程标准号	防爆类型代号			温度组别						隔爆级别			
	增安型	隔爆型	正压型										
GB3836—2000	e	d	p	T1	T2	T3	T4	T5	T6	I	ⅡA	ⅡB	ⅡC
GB1336—1977	A	B	F	a	b	c	d	e	—	KB、B1	B2	B3	B4

如，若新规程增安型防爆等级为eⅡT3时，按老规程则为Ac；新规程隔爆型为dⅡBT4时，老规程则为B3d。表2-32所含的防爆等级均生产；

7）冷却方式　除特殊产品（如装岩机、采煤机用防爆电动机）外，均为自扇冷（ICO141）；

8）接线盒位置　除仿苏老产品在侧面外，均在电动机上方，并可以左、右两个方向进线；

9）转子结构　除个别矿用电动机采用铜条转子、矿用卷扬电动机采用绕线转子外，均采用铸铝转子；

10）采用滚动轴承；

11）安装方式　卧式、立式、悬臂式。

2. 高压防爆电动机

1）电压　3、6、10kV；

2）频率　50、60Hz；

3）同步转速　3000、1500、1000、750、600、500、429、375、333及300r/min；

4）防护等级　IP44、IP54；

5）绝缘等级　JB为B级，YA、YB为F级；

6）防爆等级　增安型eⅡT3、隔爆型dⅡBT4、T5及组别、级别不高于该等级的产品。ⅡC级及T6为特殊订货；

7）冷却方式　IC0151（带内循环通风的自扇冷）、ICW37A71（内循环通风、带水冷冷却器）；

8）接线盒位置　JB在侧面，YA、YB在上部（采用ICW37A71冷却方式时仍在侧面）；

9）转子结构　铸铝、铜条；

10）轴承　较小机座号及低速者用滚动轴承，其余用滑动轴承；

11）安装方式　卧式、立式。

第三节　电动机安装、调试及维护

电动机安装、调试、维护是电动机运行不可缺少的一环，对于防爆电动机更有其重要的一面。

一、安　　装

（一）安装前准备工作

1. 熟悉文件和进行必要的检查

1）参照防爆电动机的使用说明书，核对随机带的技术文件（如产品证明书等）是否齐全。

2）熟读电动机的起动、调试方法、程序及注意事项。

3）核对防爆电动机及与之相配的其他设备的选型是否符合设计要求，比如场所的类别、电动机的防爆类型、防爆级别、组别及区域的划分等是否与设计文件、防爆规程、安全规程相符。

4）检查电动机的铭牌，是否有防爆标记、防爆合格证编号、生产厂家、出厂日期及其他必要的技术数据。

5）检查电动机外壳是否有裂纹、破损，必要时应检查防爆面有无锈蚀、损伤。

6）熟悉质量标准及技术安全措施。

2. 检查振动与噪声

在没有与所拖动的设备耦合前，将电动机空转0.5～1h，检查振动、噪声是否在限度之内。

3. 核对电动机的基础

除特殊用途的专用电动机外，防爆电动机主要有水泥式、框架式两种基础。

（1）水泥基础　从保障安全运行角度出发，安装前应复核以下几项内容：

1）按照水泥基础所能承担的总重量、电动机的固有振动频率、转速及安装地点的土质状况，核对水泥基础的水泥牌号、基础的尺寸是否合适。

2）对于室外安装的电动机，其水泥基础的深度应大于2.5m，或大于冻土层。

3）核对地脚螺栓的尺寸、形状及埋入深度是否符合要求，螺栓（亦称“锚钉”）与水泥基础是否已成为一体。

（2）框架式基础

1）检查各焊接部位是否经过时效处理。

2）复核框架的刚度、强度。

（3）对于水泥基础，安放垫铁后还需要完成下列工作：

1）预安装，第一次找平后进行一次灌浆，经二次灌浆后垫铁应与水泥基础成为一体。

2）核对装在水泥基础上的电动机及其所拖动的设备，加垫铁后的整体重心是否与水泥基础的重心重合。若不重合，其偏心值与平行偏心方向的基础底边长的比值应小于3%。否则，应调整底脚螺栓的位置。

（二）安装时的注意事项

1. 借助联轴器进行二次校平

二次校平时，电动机底脚与垫铁间进入“微调”，只能垫金属薄片调整。若检修后欲更换同容量的低中心高的电动机时，宜更换垫铁，重新灌浆，不宜在原垫铁与电动机之间加入槽钢之类的垫块。

2. 接电缆

接电缆时应将接线盒内的冷凝水、污垢清理干净。接好电缆后应检查爬电距离、电气间隙是否符合规定。

3. 其他

（1）电缆进线口的密封、夹紧及电动机的内、外接地应符合防爆规程的规定。

（2）拧紧底脚螺栓　底脚螺栓应在校平过程中对角交替、逐渐地拧紧。

二、调　　试

调试亦称试车，其过程及注意事项如下：

1）先加少量的负载在额定转速下运行，测试基础的振幅，最后复核基础是否达到要求。按照电动机的转速，试车时对于水泥基础强迫振动的最大允许振幅列于表2-33。

对于框架基础，当转速小于3000r/min时，各个方向允许的振幅值应小于0.02mm；当转速小于1500r/min时应小于0.04mm。

2）加负荷至额定值，按照电动机由小到大，在

额定状态下运行 1～6h，以考核能否达到额定功率，或能否在额定状态下按照说明书的规定正常工作。

3）检查有无局部过热。

4）检查电动机的振动、噪声是否在限度之内，特别应注意有无非正常的响声。

5）检查指示灯、熔断器及其他继电保护系统是否处于正常工作状态。

表 2-33 最大允许振幅

电动机转速 /（r/min）	基础强迫振动的最大允许振幅值/mm	
	垂直振幅	水平振幅
≥3000	0.02	0.05
≥1500	0.06～0.10	0.09～0.15
<1500	0.10～0.15	0.15～0.20

6）对于增安型电动机，还要在额定满压下直接起动时测其起动时间，并作好记录。

7）对于中心高较高的电动机，当冷态校平和试车后，带负荷运行时，有时会因电动机径向热膨胀破坏校平精度。若超过校平精度的规定，应立即停车，在热态下进行复校。

8）试车合格后，办理交接手续，投入正式运行。

三、维　　护

防爆电动机的维护应注意以下几点：

1）经常查阅使用维护说明书。

2）经常清理表面污垢，因为它影响散热，也容易吸潮、腐蚀。

3）在湿热地带，应经常检查、清理滋生的霉菌，因为这些有机物会破坏裸露的带电体之间的爬电距离，造成爬电短路。

4）经常清除冷凝水，尤其是水平安装的接线盒的空腔。

5）经常检查紧固件及电缆进线口处是否松动。

6）时刻注意不正常的响声及局部过热，其中轴承部位是重点。对于较大的电动机，轴承部位应安放温度监控装置。

第四节　故障诊断、排除措施和修复

一、防爆电动机修理的特殊要求

防爆电动机的电磁部分与普通电动机基本相同，因此，电磁方面的故障及修理，如绕组的重绕等，参照本手册第三、四章即可。但由于防爆电动机的特殊性，在对其进行修理或改造时，应遵照下列规定进行：

（1）修理单位的有关人员应该了解与检修工作有关的国家法规、防爆标准及对合格产品的有关规定（如取得防爆检验部门的认可等）。

（2）修理单位应具备修理防爆电动机的工艺装备及必要的检查和试验装置。

（3）检修前，应备齐必要的技术资料。这些资料一般应包含下列内容：

1）技术规范；

2）电动机的使用维护说明书；

3）拆卸及组装说明；

4）限定的工作条件；

5）推荐的检修方法；

6）修理后的验收细则。

（4）电动机修理完毕试运行前，应检查电缆引入、继电保护及布线系统，以保证其完好并仍符合防爆规定。

（5）对于从事防爆电动机的检修人员应进行必要的培训，培训内容应包括：

1）防爆常识、防爆标志的识别；

2）各种防爆电动机的防爆原理及结构特征；

3）防爆标准及电动机的使用维护说明书；

4）了解防爆电动机允许更换的零部件；

5）修理技术；

6）检验技术。

（6）修后的检验、验收　修后的检验项目，经防爆检验单位授权或认可，可以在修理单位进行；防爆检验单位认为有必要的项目仍由防爆检验单位检验。

（7）修理后的防爆电动机应向使用部门提供下列文件：

1）故障检查情况；

2）检修工作的情况说明；

3）更换、修复的部件目录；

4）检查、试验结果；

5）修理合格证。

（8）不允许修复的零件

1）由玻璃、塑料或其他尺寸不稳定的材料制成的零件；

2）紧固件；

3）制造厂或防爆规程认为不能进行修复的零件，

如浇封组件。

(9) 修理后的标志　不影响防爆性能的修复，在检修后不加修理标志。对修理后的标志规定如下：

1) 电动机上应设置修理后的标志，见图 2-30。

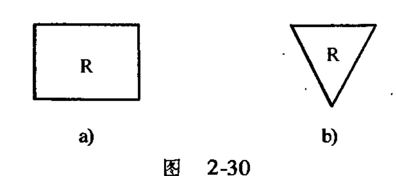


图　2-30

a) 修理后的电动机既符合标准规定又符合文件要求时采用的标志　b) 修理后的电动机符合标准规定但不符合文件要求时采用的标志

2) 标志可以加在单设的标志牌上，但遇到下列情况应修改或去掉原标志牌；或者增加补充标志牌：

① 若修理或改造后，电动机已不再符合标准和合格证的规定，应将合格证的标志牌去掉，但已取得补充合格证时例外。

② 若电动机在修后被改动，仍符合标准，但未必符合合格证文件的规定，则保留原合格证标志牌，并将修理标志 R 加在一个倒置的三角形内，见图 2-30b。

(10) 修理后的防爆合格证　修理后的电动机由修理单位的检验部门发给修理合格证。该证至少应包括被修电动机的名称、型号、规格、防爆标志、修理单位的名称及其认可证的编号、防爆合格证编号、修理日期等。

修理后的标准代号为 GB3836 · 13—1997。

标志牌必须清晰、耐久，并且耐化学腐蚀。标志牌一般应为金属材料，永久地固定在修理后的电动机上。

再次修理时，修后应将前一次的修理标志去掉。

本节针对防爆电动机的特殊性，对以下几个部位按故障现象、产生原因、修理办法分别予以介绍。

二、滚动轴承的故障排除

轴承部位产生的故障占防爆电动机总故障的 60% 以上，这和防爆电动机在轴贯穿处间隙较小，因而导致轴承结构（本节的"轴承结构"含义同第二节）较复杂有关，见图 2-19 ~ 2-23。

在国内使用的进口防爆电动机还有更复杂的结构，如兰州化工公司 303 厂使用的德国 110kW-4p 及 975kW-2p（原为 1000kW，修正海拔后降为 975kW）防爆电动机，在轴贯穿处采用的隔爆结构见图 2-31 及图 2-32。

采用滚动轴承的防爆电动机约占其总产量的 90% 以上，故将其列为本节侧重的叙述内容。

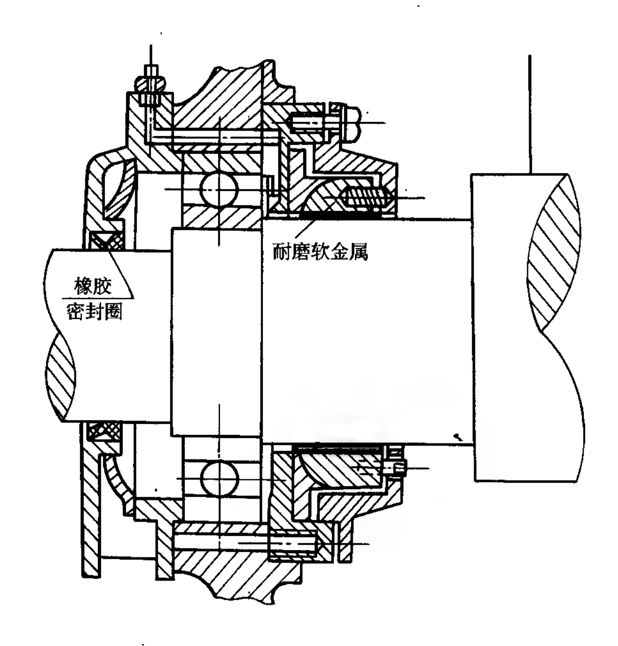


图 2-31　德国 110kW-4p 防爆电动机采用的"浮动轴封"轴贯穿隔爆结构

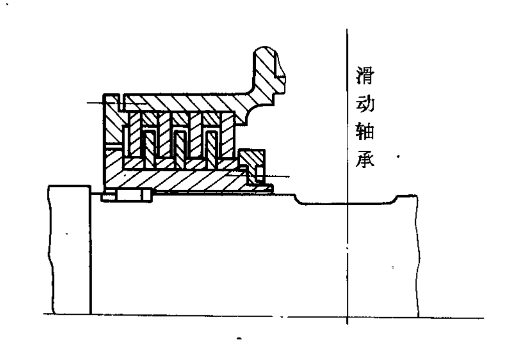


图 2-32　德国 975kW-2p "迷宫式"轴贯穿隔爆结构

1. 故障现象及原因（见表 2-34）

2. 确保轴承部位安全无故障的对策

由表 2-34 的"产生原因"可以找到"修理办法"。由于轴承部位质量问题是一个与轴承本身质量、轴承结构的设计、制造，以及电动机的储运、安装、调试、使用维护各个环节均有关的全方位的问题，为了全面、深层次地了解这个问题的来龙去脉，针对以上"产生原因"将采取的对策分别介绍如下。

(1) 选用名牌轴承　轴承的质量除与轴承生产厂家的制造工艺、检测水平有关外，还与轴承钢的材质、热处理工艺、煅造加工工艺息息相关。因此，就轴承本身质量而言，"离散系数"较大，意即"不达标"的产品占的比例较大，制造厂间的质量差距也明显。目前国外采用的真空脱气轴承钢、真空重熔轴

承钢在国内尚未普及，它们均优于目前国内大量采用的轴承钢——铬钢 GCr15 及 GCr15SiMn。兰州化工303厂使用的德国 840kW-4p 高压防爆电动机，1966年开始运行，按惯例1970年将原轴承拆下来，换上了同规格的国产轴承，没运转三个月就坏了，无奈又将拆下来的国外旧轴承重新换上。改革开放以来，国外如日本的 KOYO、瑞典的 SKF 等名牌轴承，在国内防爆电动机上选用后效果较好。国内的名牌产品在使用前经过检测、筛选亦能收到预期的效果。

此外，同一规格轴承其保持器有钢质、铜质及塑料三种。对于二极电机宜采用钢质保持器。

(2) 精心设计轴承结构

表 2-34　滚动轴承结构的故障现象及产生原因

故障现象	产　生　原　因
1. 轴承发热严重	1）当电动机两端均采用单列向心球轴承（以下简称“球轴承”）时，因转子热胀冷缩轴承外套不能顺利地在轴承室中蠕动，轴承游隙“吃光”，使滚珠承受较大的额外轴向力 2）轴承离定、转子绕组太近，或者受被拖动设备的热辐射 3）轴承部位通风散热不好 4）润滑脂过多或流失严重造成轴承干摩；或润滑脂中有杂质 5）轴承内套与轴，或轴承外套与轴承室的配合超差（均趋向过盈） 6）轴承选择不当；如游隙不合适，型号、极限转速不符合要求等 7）机座变形，使两端止口的同轴度超差 8）电动机动平衡超差 9）轴承本身质量差 10）受电动机所拖动设备的干扰
2. 噪声大	1）轴承游隙选择不当 2）电动机动平衡超差 3）电动机轴承距过大 4）润滑脂干涸或流失 5）轴承内外套与轴、轴承室配合不当 6）负荷不均匀 7）安装、调试不符合要求，如电动机与所拖动的设备同轴度超差 8）轴承本身质量差，如保持架松动，滚道变形等
3. 轴承处产生振动	1）轴承游隙过大 2）杂质进入轴承滚道 3）轴承距过大 4）转轴不圆，使轴承内套的滚道也随之变形（也是噪声的根源） 5）负荷不均匀 6）电动机装配时轴承受伤（如用力敲击轴承外套，使滚动体、滚道受伤）
4. 外套在轴承室滑动；内套在轴上滑动	1）制造厂产品不合格，90%以上的原因是电机厂的问题 2）拆装次数多，使轴承内、外套配合处的“刀峰”磨平，主要原因仍在电机厂（金加工粗糙度低）
5. 轴承盖与轴或曲路环的曲路部分相擦	1）轴承游隙过大使转子下沉 2）设计的间隙过小或制造超差 3）使用中零部件变形较大，破坏了有关零部件的同轴度 4）轴承严重发热，使相关零件变形
6. 橡胶油封失效	1）与电动机相关零件配合不合适 2）轴承部位过热 3）油封本身材质质量差 4）使用时间过长
7. 润滑脂中有杂质	1）电动机装配时操作不当，使灰尘、杂质进入润滑脂中 2）轴承内外盖处的防护等级达不到要求 3）橡胶油封老化、失效

（续）

故障现象	产 生 原 因
8. 润滑脂干涸或外流	1）轴承温度偏高 2）润滑脂牌号选择不当 3）电动机长期未运行 4）轴承结构设计不合理
9. 注、排油失灵	1）设计结构不合适 2）长期不用，润滑脂干涸，注不进润滑脂，或注入后排不出来
10. 轴承过早地损坏	1）轴承本身质量差 2）型号选的不合适 3）润滑不符合要求 4）轴电流对轴承产生电腐蚀 5）设计、制造原因，见“轴承发热严重”的原因

1）轴承的选择

① 卧式电动机　由表2-34故障现象之1，产生原因的第1）点可知，电动机两端应尽量采用一个球轴承和一个向心短圆柱滚子轴承（简称“柱轴承”）。

目前国产二极的中小型防爆电动机多采用两个球轴承，尽管有的厂家将轴承室内径的公差带向动配合方向迈进了一点，以期缓解轴承发热后滚珠受挤压的弊病。但由于轴承外套的膨胀系数比承担轴承室的铸铁件零件——端盖或轴承套的大，加之轴承外套处的温度也较高，所以原本在室温下轴承外套可以在轴承室中沿轴向滑动一点点，但运转时轴承受热后也未必能串动得了，这就是采用两个球轴承时轴承寿命短、易发热的主要原因。采用两个球轴承的电动机在温升试验后，停机测温升，常常是第二次再开车电动机的轴承就烧坏，其原因就是球轴承的游隙承担不了转子的热胀冷缩，外套又不能在轴承室蠕动，使滚珠承受较大轴向力所致。

北京燕山石化炼油厂拆检时发现选用两个球轴承的这样损坏的情况，见图2-33。显然这是轴承外套不能在轴承室中蠕动的结果。

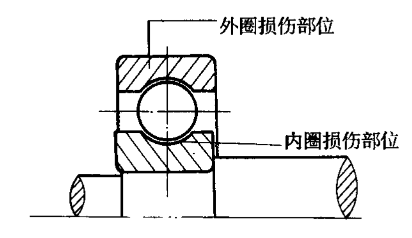


图2-33　轴承承受轴向力而损坏的示意图

转轴在热膨胀时的伸长量Δl按下式计算：

$$\Delta l = 0.0000117\ (t_2 - t_1)\ l$$

式中　t_2——热态时转轴温度；

t_1——电机装配时环境温度；

l——轴承距。

以200kW左右的二极电动机为例，通常$t_2 \approx 90℃$，$t_1 \approx 20℃$，$l \approx 1000$mm，则$\Delta l = 0.819$mm。若选用两个320球轴承，其轴向游隙S按下式计算：

$$S = 0.2\sqrt{g_H d_W}$$

式中　$g_H = 0.02 \sim 0.046$mm，为基本组的径向游隙；

$d_W = 38$mm，为钢球直径。

代入后算得最大的轴向游隙为：

$$S_{max} = 0.2\sqrt{0.046\text{mm} \times 38\text{mm}} = 0.264\text{mm}$$

两个轴承的最大轴向游隙之和为0.528mm，仍小于Δl。既便是选用最大游隙的第4辅助组的轴承，代入其g_{Hmax}值后算得的$S_{max} = 0.394$mm，两个轴承的最大轴向游隙之和则为0.788，仍小于$\Delta l = 0.819$mm。而此处的g_H、S分别为原始径向、轴向游隙，装到电动机上形成的配合游隙，以及工作时形成的工作游隙均小于此值，这就意味着当轴承外套不能在轴承室中轴向蠕动时，球轴承势必要加速损坏。

若选用一个球轴承、一个柱轴承，则避免了上述故障。1983年，佳木斯电机厂将JB560机座号中二极的高压防爆电动机，由原来采用2个220球轴承改为一个220球轴承、一个2220柱轴承，在天津炼油厂运行十余年，效果很好。除按常规检修周期更换轴承外，正常运行时从未产生故障。1989年4月在轴承处测得的温度仅22℃。这是国内首次将二极电动机传统采用2个球轴承改为一个球轴承、一个柱轴承，现已逐渐在防爆电动机上推广。

为了解决用柱轴承代替球轴承后极限转速发热、噪声问题，可采用轻系列柱轴承，并将它放在外风扇端，冷却状况好，同时轴承噪声也能被风扇噪声所淹

没。若功率较大的二极电动机，采用的轴承号码较大，轻系列柱轴承也难以胜任极限转速的要求时，还可以将轴承润滑脂改为稀油。佳木斯电机厂将355kW-2p高压防爆电动机，由原脂润滑改为稀油润滑用，在石家庄炼油厂效果很好。

安庆化肥厂使用的德国1MJ3，440kW-2p高压防爆电动机采用的轴承是一个6217、一个NU217，也是一个球的，一个柱的。

② 立式电动机　当立式防爆电动机在石油化工系统中用于拖动筒带泵时，由于多级筒带泵在起动时有瞬间的向上轴向力，加上运输上的要求，以及如上所述，为了消除转子热膨胀给轴承带来的损伤，几百瓩以内的立式筒带泵用电动机（均为二极或四极的），上轴承应该选用两个对装的单列向心推力球轴承（36000、46000或66000系列），下轴承用柱轴承，仍以选轻系列为宜。为防止推力球轴承损伤，两个对装的轴承应该有一个预加的轴向力加在轴承外套上。其力的大小以保证运输及起动时，轴承不致因来自轴伸端至非负荷端的反向轴向力而损伤为度，见图2-34。

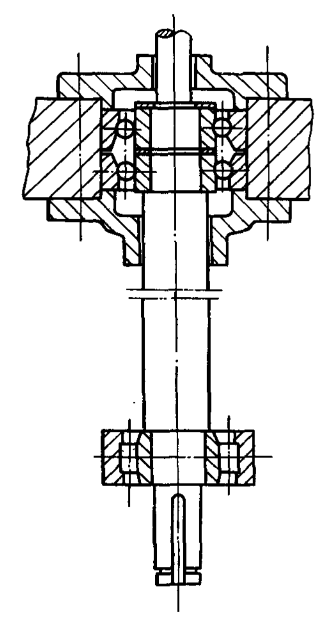


图2-34　中型筒带泵用防爆电动机推荐的轴承选用方案

对于几十kW以下的小型筒带泵用立式防爆电动机，像卧式两极电动机所推荐的那样，选用一个球轴承、一个柱轴承即可。哪一个在上端均可。

以传动径向力为主的普通立式小型防爆电动机，亦应选用一个球轴承、一个柱轴承，但柱轴承应放在负荷端；中型普通立式防爆电动机，除轴伸端应放一个柱轴承外，非轴伸端选用的轴承视转子质量大小可以有三种方式：一个球轴承；一个径向推力球轴承（3600、4600或6600系列）；两个或多个径向推力球轴承串联。此时宜采用稀油润滑。仅承受向下轴向力的较大功率的管道泵用防爆电动机，亦可采用此结构，见图2-35。

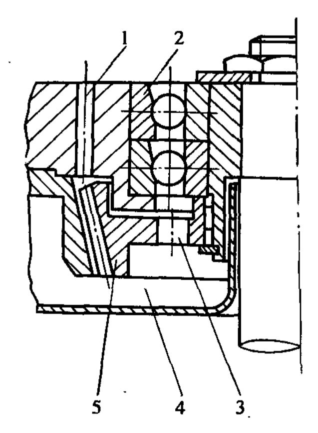


图2-35　立式电动机稀油润滑轴承结构
1—进油孔　2—径向推力球轴承　3—排油孔
4—油池　5—甩油环

③ 轴承的型号、规格要选得合适　二极电动机尽量选用轻系列轴承；极数为四极及以上非正、反转的电动机宜选中系列轴承；正、反转的低速电动机宜选重系列轴承。轻、中、重均应选用一个球轴承、一个柱轴承，其中二极电动机应将球轴承置于轴伸端。

近几年有些电机厂在采用两个球轴承的二极电动机上选用大游隙球轴承，这也是缓解因运行时轴承发热使游隙减小而招致轴承损坏的措施。但大游隙轴承的机械噪声也要随之增加。若选用一个球轴承、一个柱轴承，轴承室的公差选得合适同样可以消除上述弊病。

2）轴承室的设计　设计轴承室时应考虑以下几点：

① 轴承外套与轴承室内径的配合不要出现过盈，但间隙又不能大。Y系列部分厂家目前采用的标准及本章推荐的轴承室内径的公差见表2-35。

轴承受热后配合游隙的减小量Δg_{nt}按下式计算：

$$\Delta g_{nt} = \alpha \Delta t 2R_B$$

式中　α——线膨胀系数；

Δt——两套圈温度差；

R_B——内圈滚道半径。

若两套圈间温度相同，即$\Delta t = 0$，则轴承受热后配合游隙的减小量$\Delta g_{nt} = 0$。事实上轴承的内、外套圈在运行中的温度很难完全一样；此外，如1）之①

所述，轴承外套圈与轴承室由于温度，材质不同，受热后膨胀量亦不同。

本章的轴承室公差推荐见表2-35。经过实践验证是可行的。

为了防止轴承外圈在轴承室中旋转，轴承室处零部件累计的轴向间隙应由轴承外圈处移到端盖或轴承套处，即轴承外圈应被轴承内、外盖卡死，见图2-36。对于隔爆型电动机，该间隙应小于0.2mm。

表2-35 轴承室内径公差 (mm)

轴承室内径	30~50	>50~80	>80~120	>120~180	>180~260	>260~360
部份电机厂 企业标准	+0.020 -0.005	+0.022 -0.008	+0.025 -0.010	+0.029 -0.011	+0.032 -0.014	+0.037 -0.015
Y系列（低压） 行业标准	+0.020 0	+0.022 0	+0.025 0	+0.029 0	—	—
本章 推荐公差	+0.025 +0.005	+0.027 +0.005	+0.030 +0.005	+0.034 +0.005	+0.037 +0.005	+0.040 +0.005

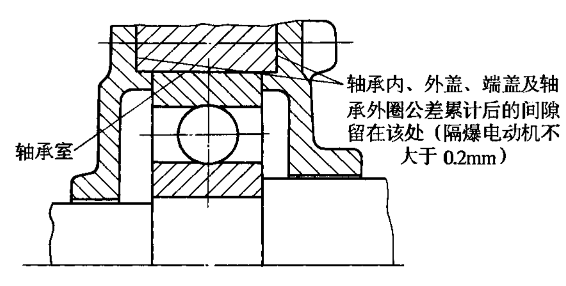


图 2-36

② 轴承室要尽量远离定、转子绕组，通风散热要好。对于带有内循环通风的电动机，若有一端轴承温度偏高，应尽量使冷却后的空气先吹拂该轴承。

为了散热，采用脂润滑轴承时，应尽量不在同一端采用两个轴承（如图2-22）。

③ 利于润滑 轴承处与润滑相关的零件应设计成既能含住足量的润滑脂，又能使多余的润滑脂排泄掉。图2-37“甩油盘”的斜面就可以将来自轴承的废脂甩出轴承室进入外盖的储油室。

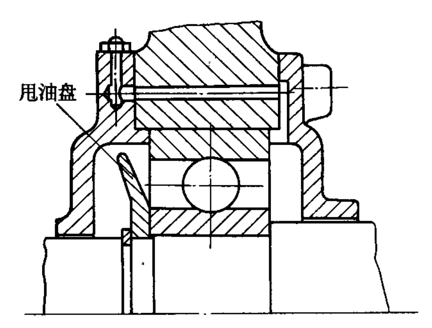


图2-37 带甩油盘的轴承结构

对于高转速、功率较大的电动机，为解决轴承发热可以采用稀油润滑。

④ 便于拆装 在电动机相关零部件的设计时，应设法在装配时使轴承先被引入轴承室，尔后端盖再进入机座止口，以免装配时损伤轴承；拆卸时，轴承内盖处应留有放置拆卸工具的空间。

为了便于拆装，图2-22的三轴承结构也不宜采用。

⑤ 加温度监控装置，但报警温度要根据测温元件的埋设位置选定，无论埋在任何位置都不要接近轴承的允许温度（普通轴承为95℃）。

(3) 轴承距不宜过大 按文献［7］介绍，卧式电动机的轴承距 l 应参照下式选取：

$$l \leqslant 10d$$

式中 d——滚动轴承的内径。

l 过大会因转轴挠度增加而加速轴承损坏。

(4) 电动机中心高应尽量低 一是重心低运转平稳；二是安装运行后，因热膨胀引起的中心高变化小。中心高大于400mm的电动机，在常温下安装、调试合格，带负荷运转发热后中心高要抬高0.1~0.3mm，若所拖动的设备不能随之抬高，或抬高小于此值，轴承就要承受额外的作用力，势必导致加速损坏。

(5) 电动机本身的刚性要好，运行过程中不要产生或接近共振。

(6) 轴承部位密封要好 电动机轴承内、外盖处的防护等级要满足实际使用环境的要求。

(7) 对于较大的电动机，应该有防止轴电流的措施（见《三相交流电动机修理》），以免因其产生电

腐蚀而加速轴承损坏。

(8) 精心制造

1) 与轴承有关的零部件——机座、端盖、转子、轴承内、外盖的同轴度要好，并保证在电动机的运行中不要因零部件的变形而被破坏。尺寸较大的零部件，如机座、端盖等务必进行时效处理。

2) 与轴承有关的零部件的加工精度要提高。因为轴承本身的加工精度很高，而轴承与相关零部件配合时，很微小的过盈量都会引起轴承的损坏。经实践验证，采用数控机床配以“定尺寸刀具”加工轴承室可以将公差带控制在0.02mm左右的范围内。

与轴承内、外套圈配合处的粗糙度亦应尽量提高，否则，经过多次拆装将金加工的“刀峰”磨掉后，则原设计的配合公差也随之改变。

3) 电动机装配现场要保持清洁，轴承涂上润滑脂后，现场不允许有灰尘飞扬。与轴承配后的零部件必须经过严格的检查方可组装，任何一个微小的环节都不可忽略。比如转轴与轴承配合处的轴肩，如果被清根无圆角，运转时容易产生应力集中而在此处将轴扭断；若圆角过大，或磨加工时没到位，装上轴承时内套圈的过盈量就要超差，或者轴承不能到位，这都是轴承过早损坏的祸根。

4) 动平衡　动平衡质量是影响轴承寿命的至关重要因素。电动机越大，转速越高，对动平衡的质量要求也越高。

5) 润滑脂　润滑脂要适量，且不可“多多益善”。否则轴承要发热。经过验证，电动机装配时第一次加脂量G可参照下式：

$$G = BD/(100 \sim 150) \quad (g)$$

式中　B——轴承宽度，mm；

D——轴承外径，mm。

如320轴承，$G = 215 \times 47/(100 \sim 150) = 70 \sim 100g$。

高速电动机G可取较小的值；低速取较大的值。

润滑脂的牌号也要选得适宜，目前国内多用1~3号锂基脂。若环境温度高于40℃，应选用针入度较高的润滑脂。反之，应采用针入度较低或特种润滑脂。

(9) 储存　轴承要存放在干燥、相对湿度不大于60%、温度保持在8~30℃的库房内为宜。在这样的温度、湿度下可保存6~8个月。若库房条件很标准，可保存一年不锈蚀。否则，每6个月左右就要重新涂防锈油。

库房温度以偏低为宜，以防止轴承油膜流失而生锈。

(10) 运输　若电动机在铁路上运输，装车时应使电动机转轴与路轨垂直，以免运输时轴承受到冲击。

(11) 安装、调试

1) 对水泥基础，铁地与水泥地基成一体，电动机与铁地之间只能垫微调垫片，不要因电动机中心高低再垫槽钢之类的垫块。该处层次太多容易破坏电动机与被拖动设备间的同轴度，电动机本身也容易产生振动。

2) 电动机与所拖动的设备安装起动进入热态后，若发现与冷态起动时的声响、振动值差别较大，待电动机发热趋于稳定后，在热态下进行二次校正同轴度。

(12) 使用维护　轴承部位在发生故障前，一般要出现两个征兆：响声异常；突然发热。若轴承损坏，在现场换轴承还比较容易；如果轴承内盖与轴相研磨，对于防爆电动机，特别是隔爆电动机，因牵涉防爆面的损伤，修起来就比较困难。因此，容量较大的防爆电动机，轴承部位最好加温度监控装置。因为常常是听到响声异常或突然过热时停车已来不及。有温度监控系统则可以防患于未然。

见2)之⑤，温度监控装置的报警或自动切断电源的温度应在95℃的基础上留有足够的裕度。

确保滚动轴承安全无故障工作的措施，本章共归纳（12）项，它们分别由轴承制造厂、电机制造厂及电机的使用部门承担，见表2-36。在（12）项措施中，电机制造厂设计部门的“精心设计”是最关键的一个环节。

表　2-36

确保轴承安全工作的措施	承　担　部　门
(1)	轴承制造厂
(2) — (7)	电机制造厂的设计部门
(8)	电机制造厂的加工部门
(9)	电机制造厂、电机的使用部门
(10)	电机制造厂
(11)	电机的使用部门
(12)	电机的使用部门、电机的设计部门

三、滑动轴承的故障排除

目前采用滑动轴承的防爆电动机有四种安装方式——IM7211、IM7311、B_3、B_{20}，前两种轴承座在电动机外面，与电动机共用一个底盘，是传统的老结构；后两种采用端盖式滑动轴承，是德国RENK的专利技术，国内称其为“RENK”轴承或“端盖式轴承”。

对于前两种安装方式的轴承，因系传统结构，其故障原因、修复办法可参见《电动机修理手册》单行本《三相交流电动机修理》；后两种除参照《电动机修理手册》单行本《三相交流电动机修理》外，可参考浙江诸暨轴瓦

厂或哈尔滨电机厂对 RENK 轴承编写的使用说明书。因其优点较多，在防爆电动机上应用越来越广范，故本节主要介绍 RENK 轴承的故障原因及排除或修复办法。

（1）RENK 轴承结构简介　RENK 轴承经国内国产化后其型号名称为“DQY 系列端盖式球面滑动轴承”。“DQ”代表“端盖式球面滑动轴承”；“Y”代表“优化设计”。

本系列轴承为自动调心球面端盖式滑动轴承，借助凸缘将轴承座固定在电动机端盖上。它有两种结构型式——A 型、B 型。A 型是安装在整圆端盖上，采用外止口定位；B 型安装在分瓣（在水平中心线处将端盖一分为二）端盖上，采用定位销定位。两者均有气封装置，见图 2-38、表 2-37 及图 2-39、表 2-38。A 型、B 型的轴瓦尺寸相同，见图 2-40、表 2-39。

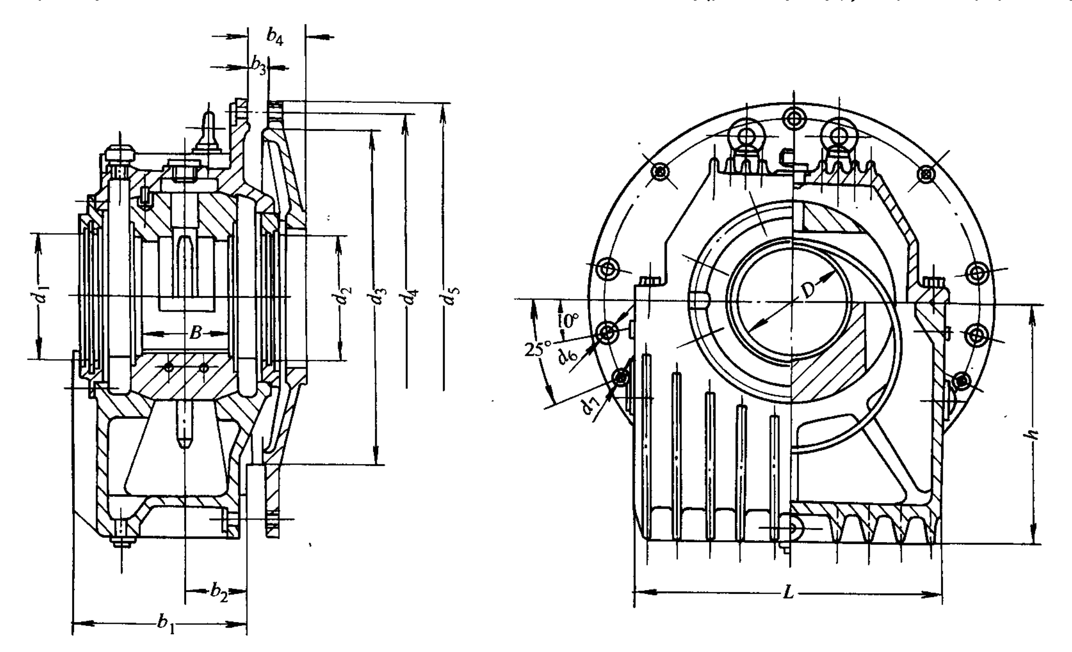


图 2-38　A 型轴承规格及基本尺寸

表 2-37　A 型轴承尺寸　（mm）

轴承号	D	B	b_1	b_2	b_3	b_4	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	h	L
11	100 110	80	182	75	15	85	100/110/125/140	125	370	410	450	14	14	280	320
14	125 140 160	105	212	80	20	105	125/140/160/180	160	440	480	530	18		340	380
18	160 180 200	135	253	100	25	110	160/180/200/225	200	500	550	600	22	18	400	450
22	200 225 250	170	334	120	30	130	200/225/250/280	250	670	730	790	26	22	470	560
28	250 280 300	215	394	150	40	150	250/280/315/335	315	830	900	980	33	26	560	700

注：b_3，b_4 尺寸为推荐尺寸。

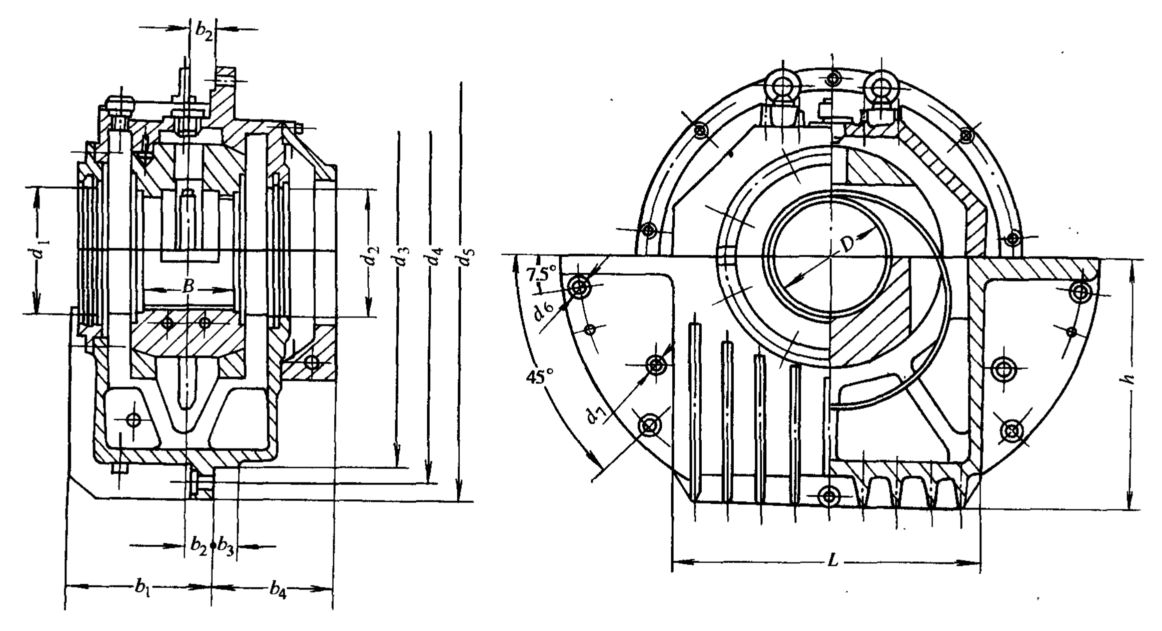


图 2-39　B 型轴承规格及基本尺寸

表 2-38　B 型轴承尺寸　　(mm)

轴承号	D	B	b_1	b_2	b_3	b_4	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	h	L
11	100	80	140	20	30	140	100/110/125/140	125	450	475	500	14	250	300
	110													
14	125	105	165	25		160	125/140/160/180	160	530	560	600	18	300	355
	140													
	160													
18	160	135	190			185	160/180/200/225	200	630	670	710	22	355	425
	180													
	200													
22	200	170	230	30		215	200/225/250/280	250	800	850	900	26	450	530
	225													
	250													
28	250	215	280		35	270	250/280/315/335	315	1000	1060	1120	33	560	670
	280													
	300													

轴瓦靠外球面支承在轴承座内，瓦体由锻钢加工，内表面及端面浇注锡基轴承合金。轴瓦采用单油楔圆柱形结构，轴瓦设有止推面，用以限制电动机自身所产生的轴向力。

轴承座由铸铁制成，它与轴瓦为球面支承。轴承座分为绝缘与不绝缘两种，绝缘轴承座在球面部位衬一层聚四氟乙烯轴承体绝缘，防止轴电流。

轴承润滑分为压力供油润滑、油环自润滑及油泵自循环润滑三种。

轴承密封采用绝缘耐磨材料制造的浮动迷宫式结构。

轴承座附有油标、油环观察件、回油管（当压力供油润滑时）、测温元件、轴瓦止转销、进油孔、放油孔及加热器孔。

为防止因电动机起动内部产生负压使轴承室中的油气穿过浮动密封圈被吸入电动机内腔，B 型结构设

有一个气封座，以平衡空气压力。气封座也分为两瓣，并用螺栓固定在轴承座上，用风管将气封座内腔的空气连接到电动机外面。

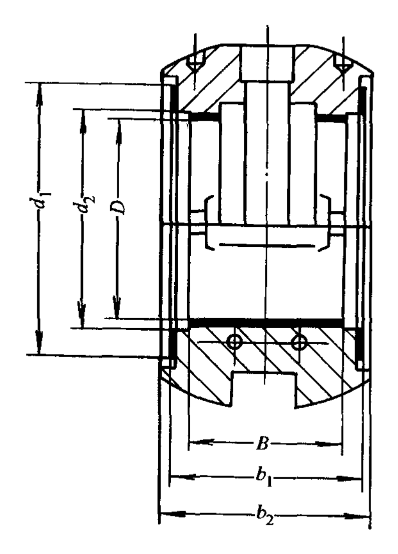


图 2-40　轴瓦主要尺寸

表 2-39　轴瓦主要尺寸　　(mm)

轴承号	D	B	b_1	b_2	d_1	d_2
11	100	80	100	110	135	108
	110				150	118
14	125	105	125	140	170	135
	140				190	150
	160				200	170
18	160	135	160	170	215	172
	180				240	192
	200				250	212
22	200	170	200	212	265	214
	225				290	239
	250				315	264
28	250	215	250	262	325	266
	280				355	296
	300				375	316

油环由冷拉黄铜制成，亦由两瓣组成，连接处用弹性圆柱销定位，每端用两个螺钉固定，借助弹簧垫圈增加预紧力。

(2) 轴承部分的故障现象、产生原因及排除办法(见表 2-40)

(3) 滑动轴承在轴贯穿处的隔爆结构及其故障的产生、修复或排除办法　对于隔爆型电动机，国内采用如图 2-23 的结构；德国采用过图 2-32 的结构。

表 2-40　RENK 的故障现象、产生原因及排除办法

序号	故障现象	产生原因	排除或修复办法
1	轴承过热	1. 润滑油牌号不合适	1. 按说明书规定选用润滑脂，或凭使用经验选用
		2. 油位过低	2. 按说明书规定核对油位
		3. 油环不转	3. 检查油环的圆度及与轴瓦油环槽的配合情况，按图样更换新环或修复
		4. 负荷过大	4. 检查电动机与所拖动的设备间的同轴度及电动机是否承受轴向推力，轴是否弯曲。针对不同情况重新校正或返回制造厂修理
		5. 轴瓦内表面粗糙	5. 检查轴承合金是否位移，是否存在由于轴电流腐蚀引起的麻点，若有，应更换轴承绝缘，或者修刮轴瓦，必要时应抛光轴颈
		6. 润滑油失效	6. 换油
2	漏油	1. 密封面之间的间隙过大	1. 涂密封胶
		2. 密封失效	2. 检查浮动密封圈
		3. 气封失效	3. 检查补气是否畅通
		4. 油位过高	4. 核对油位
		5. 润滑油流量过大	5. 调节流量，核对油位
3	轴电压较高	1. 定子磁路不对称	1. 修改设计，将磁路对称，或查找制造原因（如气隙不均匀）。轴电压应小于 0.5V

对于图 2-23，若与隔爆面有关的零件出现损伤，在修复或更换时，务必保证原制造的尺寸公差及粗糙度，特别是形位公差；此外，若磁中心偏移较大，还要注意导轴承（图 2-23 中序号 3）是否仍处于正常的工作状态下。因为导轴承一般要选特轻系列的滚柱轴承，轴承的内、外套圈比较窄，滚子亦短，容易脱离滚道。

导轴承尽管承受的负荷很小，但该处的线速度较大，在检修时应对其仔细检查。

其他类型的防爆电动机，因无隔爆面，仅是正常的密封问题，与普通电动机的检修办法相似。

四、接 线 盒

防爆电动机接线盒的基本结构在国内产品上只有两种——增安型及隔爆型。1983 年我国防爆规程 GB3836 与国际接轨后，增安型接线盒可以用到国产任意类型的防爆电动机上。但目前服役的防爆电动机中，接线盒仍以隔爆型居多。

增安型、隔爆型接线盒经常出现的故障、产生原因及排除或修复办法见表 2-41。

表 2-41 接线盒的故障现象、产生原因及排除办法

序号	故障现象	产 生 原 因	排除或修复办法
1	进线口密封失效	1. 橡胶密封圈丢失或老化 2. 密封填料失效，产生裂纹	1. 更换密封圈或用填料密封，见图 2-10 2. 更换符合规程要求的密封填料，如改性环氧树脂
2	接线端子间放电、短路	接线时电缆芯线未收拢，使电气间隙小于标准，见表 2-12	修复后重新接线时，按表 2-12 的要求测量电气间隙
3	绝缘接线套或接线板爬电短路	1. 绝缘件表面滋生导电霉菌或有污垢 2. 接线盒内腔有冷凝水	1. 更换接线套或接线板后，务必使其表面保持清洁 2. 检修重新装配时，应保证接线盒的最低防护等级 IP54；经常清除冷凝水
4	接线板、接线螺栓损坏	拆装时磕碰或紧固螺栓拧的过紧	接线板可向制造厂购买；接线螺栓可按规程要求参照实物自配或向制造厂购买
5	隔爆面损伤、锈蚀	见本节之“三”	见本节之“三”

五、隔 爆 面

（一）隔爆面损伤

1. 产生原因

制造有缺陷或拆装时磕碰所致。

2. 修理办法

(1) 在 L、L_1（见图 2-41，L、L_1 的定义与前同，见图 2-12）范围内若存在以下缺陷，可以不予修复，按符合标准对符（但不作为新产品验收的依据）：

1) 局部出现直径不大于 11mm，深度不大于 1mm 的砂眼，在长度 L 为 40mm 或 25mm 的隔爆面上，每平方厘米不超过三个；长度 L 为 12.5mm 的隔爆面上，每平方厘米不超过两个。

2) 偶然机械伤痕，其宽度、深度均不超过 0.5mm，其剩余无伤隔爆面有效长度 L′（见图 2-41）不小于规定长度 L 的 2/3。但伤痕两侧高于无伤表面的凸起部分必须磨平。

(2) 静止隔爆接合面在 L 和 L_1 范围内，具有一段连续无伤隔爆面的有效长度 L′不小于表 2-42 的规定时，允许用修补法（见本款之（4））修复。

(3) 有下列情况之一者，不允许用修补方法修复：

1) 螺孔周围 5mm 范围内的缺陷；

2) L 或 L_1 为 6mm 范围内的缺陷；

3) 隔爆面的边角处；

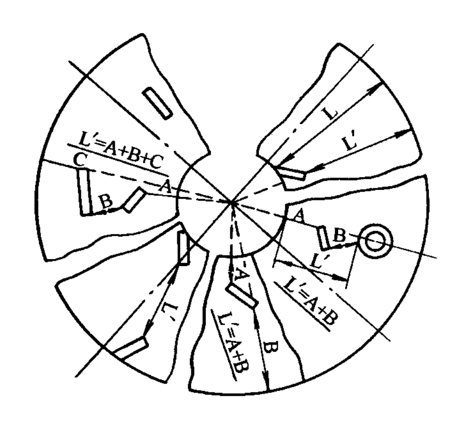


图 2-41 计算无伤隔爆面有效长度的示意图
L′—无伤隔爆面有效长度
L—标准规定的隔爆接合面长度
L_1—螺孔边缘至隔爆面边缘的最小有效长度

表 2-42 允许修复连续无伤隔爆面有效长度

(mm)

L 或 L_1	40	25	15	12.5	8
L′	20	13	8	5	5

4) 活动隔爆接合面；

5) 隔爆面有疏松现象的铸件；

6) 隔爆面上有裂纹。

(4) 修补方法

1) 熔焊;

2) 硬钎焊;

3) 胶粘剂调入金属粉粘补。

(5) 隔爆面严重损伤时,可用机械加工方法复修,但机械加工后零部件的机械强度和隔爆接合面的参数仍应符合 GB3836 及合格证文件的规定。重新加工时应保证原机械强度、精度、粗糙度、形位公差及外壳整体性。

(6) 止口和圆筒隔爆接合面允许对外圆、内圆增添金属后进行机械加工,但应保证隔爆接合面的参数符合 GB3836 及合格证文件的规定。如果只有局部损坏,也可以通过增添金属和重新机械加工(规定同(5))使其恢复到原来尺寸。

增添金属时允许采用焊接、电镀及镶套的办法,但不宜采用金属喷涂法。

(7) 螺纹隔爆接合面在下列两种情况下不允许修复:

1) 电缆和导管引入装置的压紧螺母;

2) 盖和壳体之间的螺纹隔爆接合面。

其他情况参见本节之六。

(二) 隔爆面锈蚀

(1) 产生原因 在制造厂或使用部门拆装后,未涂防锈油或采取其他的防锈措施。

(2) 修理办法 用细砂纸将锈层除掉后涂 204—1 防锈油。重腐蚀或湿热带场所可采用镀层防锈(如摩擦镀锌)。若除锈后隔爆接合面尺寸超差,应采用(一)"隔爆面损伤"的修复办法修复。

(三) 隔爆面间隙超差

1. 产生原因

(1) 多次拆装磨损;

(2) 因轴承损坏轴承内盖与轴相研。

2. 修理办法

采用镀层、补焊或镶套,然后经机械加工(规定同上)使隔爆接合面的尺寸重新符合 GB3836 及合格证文件的规定。

六、密封件失效

防爆电动机采用密封件的部位有:接线盒进线口处的橡胶密封圈、增安型电动机在接线盒与电动机及盒座与盒盖间的密封平垫、防护等级为 IP54 及粉尘防爆电动机的轴承外盖处嵌镶的橡胶密封圈。有时在增安型及粉尘防爆电动机的端盖与机座的平面接合面处也加密封垫。

上述密封件的材质一般均为橡胶件,除进线口处密封圈额外有硬度的要求外,对它们的通用要求是:耐油、耐热、耐老化。

(1) 密封件失效原因

1) 橡胶件老化;

2) 材质不符合要求。

(2) 修理办法 更换合格的橡胶密封件。

七、转轴故障、原因及修理(见表 2-43)

表 2-43 转轴故障现象、产生原因及修理办法

序号	故障现象	产生原因	排除或修理办法
1	轴承内、外盖与轴研磨	1. 内、外盖与端盖、机座、轴的同轴度累计误差过大,即上述零部件同轴度部分或全部超差 2. 焊接机座未时效,运行中焊接应释放后产生变形 3. 内、外盖形位公差超差 4. 轴承过早损坏或其游隙太大 5. 电动机装配时联接内、外盖的螺栓松紧不一 6. 轴的挠度偏大	1. 将轴承内、外盖(及轴承套)、端盖、机座、轴分别校验同轴度,对不合格件进行修复、更换 2. 重校机座的形位公差,按图样要求修复。若应力仍未释放完毕,再进行振动时效或二次修复 3. 修复或重新加工轴承内、外盖 4. 更换合格的轴承,安装前应仔细检查 5. 联接内、外盖的螺栓应对角、逐次拧紧,每个螺栓至少要分三次拧紧 6. 重换材质较好的轴;将定、转子气隙适当放大对于转轴的损伤部分,按伤痕的轻重可以分别采取电镀、补焊或镶套的办法。修后重新加工,并应符合标准及合格证的要求,见三之(一)

（续）

序号	故障现象	产生原因	排除或修理办法
2	轴承内套与轴配合松动	1. 轴尺寸超差 2. 轴承内孔超差	1. 修复办法同上 2. 更换轴承
3	轴断裂[①]	1. 电动机与被拖动的设备间的同轴度超差 2. 转轴在轴承、轴伸台阶处无圆根，产生应力集中 3. 转轴材质质量差或未进行调质处理；或设计有问题	1. 按安装规程重校同轴度 2. 重新加工轴时予以补救——加合适的圆根 3. 选合适的材质、尺寸，或进行调质处理
4	轴弯[①]	1. 电动机与被拖动的设备间同轴度超差 2. 制造的问题，如轴精加工后压入已产生"罗锅"的铸铝转子（浇注后冷却不均所致）	1. 同上 2. 重修校同轴度并按此修复有关零件，如轴承内、外盖的内孔；轴承台、轴伸台则要补焊或电镀后重新加工；或者重换转轴或整个转子

① 轴断、轴弯，一般要重新换轴。换轴时，若原转子重新压入轴上后，带轴的转子形位公差超差，则整个转子应重新加工。

八、其他零部件或部位

1. 机座或端盖等外壳零部件出现缺陷（如砂眼）时的修复

外壳零部件出现缺陷时允许补焊。但补焊后应消除因补焊产生的局部应力集中，以防外壳变形，同时应承受第五节规定的水压试验。

2. 通风散热零部件的清理或修理

通风散热零部件，特别是与散热有关的部分，应经常清理污垢，以免影响散热，使电动机温升增高。

拆装时，对于旋转件，如内、外风扇，若产生变形，应按原来形状、尺寸予以修复，以免破坏动平衡。

3. 紧固件的螺孔

紧固件螺孔中的螺纹损坏时，根据不同的防爆类型，应采用下列方法修复。

1）加大钻孔尺寸，重新攻丝；

2）加大钻孔尺寸后堵死，重新钻孔、攻丝；

3）堵死螺孔，在另外位置重新钻孔并攻丝；

4）焊死钻孔，重新钻孔并攻丝。

注：2、3 两种方法不适用于隔爆面上的紧固螺孔。

以上列出的一～六项故障及修理办法除第三项——隔爆面仅适用隔爆型电动机外，其余均适用于各种类型的防爆电动机。

第五节　拆装及修理后的试验

由于防爆电动机的防护等级比较高，轴承结构比较复杂，对于隔爆型电动机，止口处的隔爆接合面比较长，隔爆面又要防止磕碰，因此在拆装中与普通电动机相比，有些不同。

一、采用滚动轴承的电动机拆卸时注意事项及所用的工具

1. 拆卸前后应熟悉电动机的结构

操作者应了解该类防爆电动机的防爆原理及结构特征；查阅产品的使用维护说明书或参照同类产品的结构。

2. 拆端盖

拆一个端盖还是拆两个；拆一个时，要拆哪一端时取决于电动机的结构。比如 YB 系列低压隔爆型电动机，一般先拆轴伸端，带着外风扇将转子抽出。

拆轴伸端端盖时，应先将轴承内、外盖螺栓卸下，若有拆卸螺孔，应借助拆卸螺栓将端盖在均匀受力的状况下被"顶"出来；若制造厂没在端盖上设有拆卸螺孔，则应该用铜锤轻而均匀地将端盖敲下。对于较重的端盖，拆卸时应将端盖先用起重设备吊住再拆。

3. 抽转子

先将风罩及端盖与机座的联接螺栓卸掉，对于小电动机，可以不用专用工具，若外风扇端采用的是球轴承，轻敲轴伸即可使定、转子脱离；对于较大的，如 50～500kW 左右的，应借助图 2-42 所示的拆卸工具将转子抽出。当采用专用工具时，往往要将外风扇或者风扇与端盖一起拆下；再大的电动机，要将两端端盖同时拆下，并且要借助于假轴将转子抽出，见图

2-43。有时因场地小，一次抽不出来，还可以分两次抽，见图2-44。

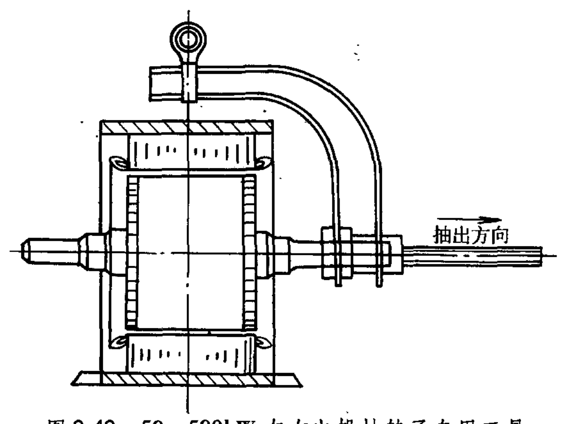


图2-42 50～500kW左右电机抽转子专用工具

抽转子是拆卸防爆电动机的关键工序，应注意以下几点：

1）对于较大功率的二极电动机，因气隙比较大，当一端端盖与机座脱离前，应将转子托住，以免因一端端盖与机座脱离后，转子落在定子内径上，使另一端轴承呈悬臂状态受力而损坏；

2）带内循环通风的电动机，应注意内风扇、挡风板的尺寸、形状，若内风扇外径大于定子内径（低速电动机有这样情况），或挡风板与内风扇的径向间隙较小，抽转子时要注意抽的方向，并防止刮伤挡风板；

3）注意轴承的布置，对于采用两个球轴承的电动机，先拆哪一端均可；当采用一个球轴承、一个柱轴承时，以先拆柱轴承端端盖为宜。此时柱轴承一般置于轴伸端，因此如前所述，先拆轴伸端端盖；

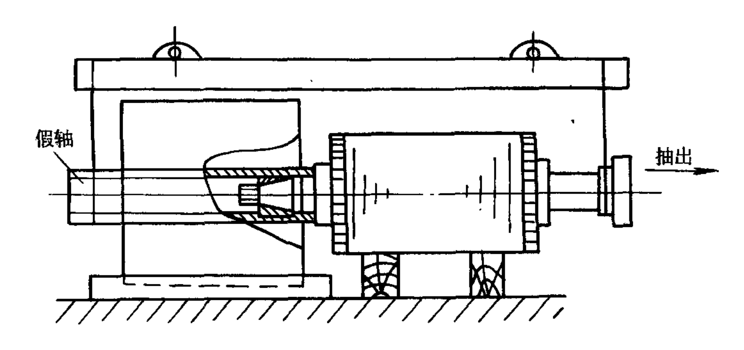


图2-43 接假轴抽转子方法

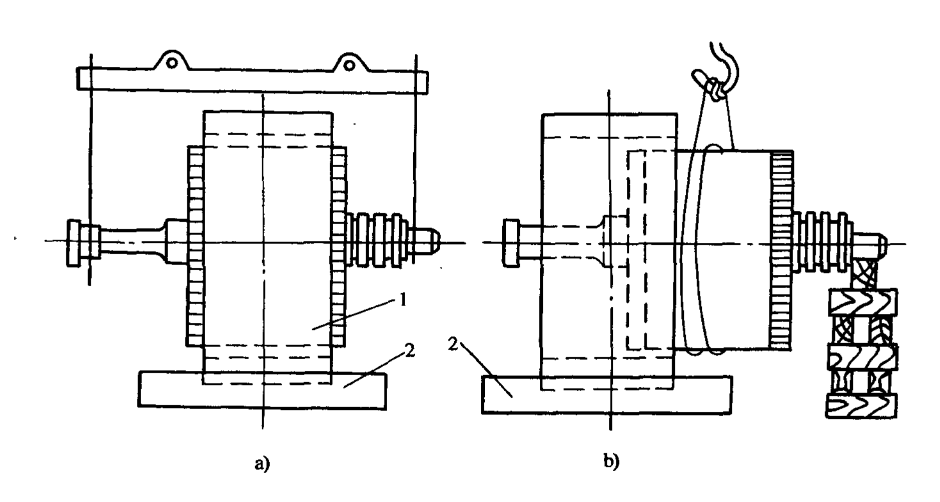


图2-44 两次抽出转子方法
1—机座 2—地脚

4）若拆后不拟更换润滑脂，应将轴承保护好，且勿被灰尘污染。转子抽出后，应放在清洁的木板或橡胶板上，以防转子外缘及转子导条受伤；

5）抽、插转子时，注意保护隔爆面及定子绕组。

4. 拆轴承、平衡环、风扇等与轴配合较紧的零部件

这类零部件要借助于专用的拆卸工具，见图2-45。有时还要用酒精喷灯等对所拆件加热。当转子上有“障碍”，拆卸工具的钩爪不能到位时，可借助内盖或一个可以分开的专用工具，见图2-46、2-47。

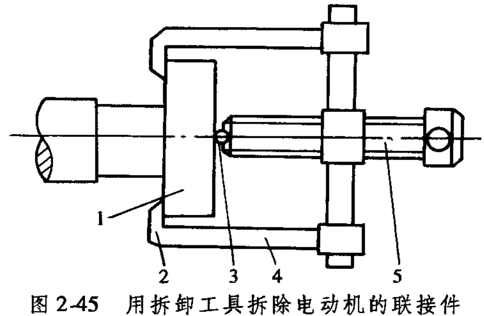


图 2-45　用拆卸工具拆除电动机的联接件
1—联接件　2—钩爪　3—钢珠
4—拉杆　5—主螺杆

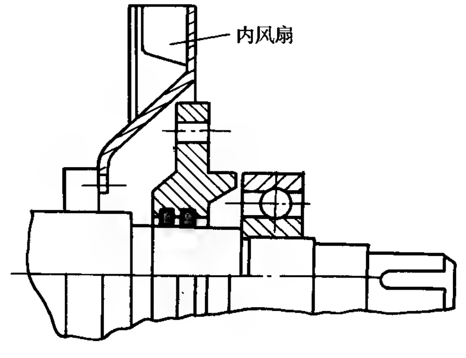


图 2-46　利用轴承内盖拆下轴承

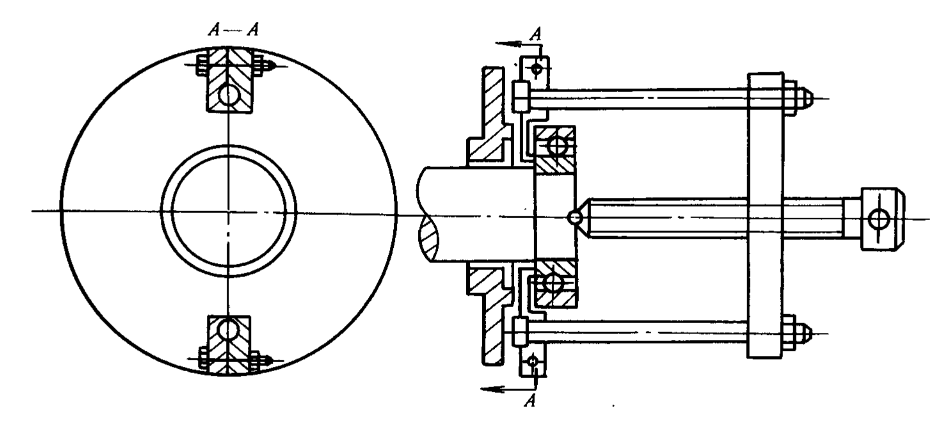


图 2-47　利用两个对缝铁板拆出轴承

拆卸时应注意以下两点：

1）拆卸过程中使用拆卸工具时，应使被拆件均匀受力；

2）拆下来的零部件应做上标记，重装时最好还装在原位上。

二、采用滚动轴承电动机的装配

装配与拆卸过程相反。插转子工具与轴转子时相同。装配前，零部件要经过检查，最好将机座（装配现场已是带绕组的定子）、端盖、轴承套、轴承内、外盖及转子的同轴度及其他形位公差复核一遍，符合图样规定后再装配。对于隔爆型电动机，还要检查隔爆面是否有不允许的缺陷。在装轴承、插转子前，应将定子内腔吹拂干净。装配现场应清洁无灰尘。接线盒应在插转子前装好。对于紧固螺栓的螺纹部分及金加工表面要涂 204-1 防锈油。

装配时，至关重要的部位是轴承。滚动轴承装配时的注意事项。

1）轴承装配前，轴承内侧的零部件先装入，如内风扇、平衡环、曲路环、轴承内盖等。

2）轴承应严格检查，若现场无检查设备，应由经验丰富的工人仔细挑选（旋转时轻快、声音小而和谐……）。

3）轴承应该加热装到轴上，加热温度约为 100℃，可在油中煮 5～10min，然后立即装到轴上，待冷却后再清洗。YA、YB132 机座号以下的电动机，也可以不加热冷装。

4）无论冷装、热装，一律用套筒将轴承打入轴上。

5）轴承外套上的号码应朝外。

6）脂润滑时，润滑脂要涂得适量，见本章第四节之一。

7）润滑脂有钠基、钙基、钙钠基、复合钙基、锂基及二硫化钼等品种。目前广为采用的是 1～3 号锂基脂。使用电动机的部门可以按照自己的习惯、经验选用，未必完全遵照制造厂选用的牌号，但更换时，原脂必须清理干净。

8）涂好润滑脂后，应立即将电动机装好，以免轴承部位被污染。

三、采用滑动轴承电动机拆装时的注意事项

对于安装方式为 IM7211 及 IM7311 的防爆电动

机，其拆装工艺、所用的工具与普通电动机基本相同，见本手册第四章；安装方式为 B_3、B_{20} 的防爆电动机，除轴承部分外，其拆装工艺、所用的工具与采用滚动轴承电动机基本相同，见本节之“一”及“二”。本节仅对 RENK 轴承的拆装介绍如下：

1. 拆装及清理时注意事项

1）打开轴承盖翻出轴瓦，彻底清洗轴和轴瓦及各零部件上的防锈脂。用浸过汽油的无绒布将其全部擦净，检查轴瓦合金表面是否有损伤及嵌入轴瓦合金的硬度颗粒。若有损伤或掺入杂质、颗粒，应按第四章介绍的办法修复。轴承底部的杂质应彻底冲洗干净。

2）轴瓦与轴的间隙在电动机出厂时已选配好，拆检时若无损伤不必再刮修。

3）上瓦面擦痕通常与轴线没有对准有关，轴瓦两端止推面擦痕说明磁中心与机械中心偏移较大，重新装配时应予以调整。

4）拆检时应仔细察看由轴瓦运行表面所擦出的光亮点而形成的痕迹，理想的情况应是：等宽度地沿轴向均匀分布在整个下瓦底部。若擦痕形成的光亮点在宽度上参差不齐，则可能是由于轴承装配问题或轴的弯曲所致；轴瓦同向刮痕可能是硬质颗粒进入轴瓦运行表面的缘故，或者是因轴颈表面粗糙引起的。拆检时应予修复（清除硬颗粒，用油石打磨轴颈的粗糙表面）或更换。

5）察看轴瓦表面是否存在由于轴电流引起电腐蚀造成的凹点。若有此现象，应检查轴承绝缘是否完好。

6）检查轴承内浮动密封圈能否上下移动。若有卡住现象，一般是由于毛刺引起的，修掉即可。否则应重查其尺寸、形状，必要时予以更换。

2. 更换轴瓦时注意事项

对重浇轴承合金的轴瓦，应检查其与轴颈的配合情况：

1）检查轴颈，确认是否有凸出点或刮痕，若有，应该用油石除去；

2）检查新轴瓦进油槽与轴瓦内圆交界处是否光滑过渡。否则，应进行刮修；

3）置入下半轴瓦，使轴落在下半轴瓦上，手动旋转三周后再将轴顶起，将下半轴瓦翻出，检查摩擦光点的痕迹。在正常情况下，其痕迹应该是沿轴向等宽分布而无歪斜，与轴颈接触部分应包含 75% 左右的光亮带。若没达到此面积，应轻轻地刮去存在的高出点，重新装入下半轴瓦，重复上述过程，直至摩擦痕迹的形状、面积达到要求为止。

翻瓦时且勿损坏轴承绝缘。

3. 加润滑油

润滑油的更换在很大程度上取决于电动机运行的工况——负荷、转速、运行时间、工作温度等。在电动机投入运行后，定期检验，润滑油要否更换主要以检验结果为依据。一般自润滑轴承的换油周期为 4 ~ 6 个月左右；复合润滑时为 2 ~ 3 年左右。

4. 轴承温度的监控

轴承一般要装铂热电阻（Pt100），用以监视轴承温度。有时，尽管轴承温度没有超过限值，但变化幅度较大时亦属不正常，若突然升高较多，应停机检查。

轴承温度的整定值应选为：报警 85℃；切断 90℃。

四、修理后的试验项目

（1）修理后的防爆性能试验按 GB3836 规定进行。对于隔爆型电动机，若需要作水压试验时，其压力值应符合表 2-44 的规定。

表 2-44　水压试验的压力值

（MPa）

外壳容积 V/cm^3		$V \leq 500$	$500 < V \leq 2000$	$2000 < V$
试验压力	Ⅰ	0.35	0.60	0.80
	ⅡA、ⅡB	0.60	0.80	1.00
	ⅡC	1.50		

（2）如果更换绕组，应按 GB755—2000 标准进行下列试验：

1）在室温下测量每相绕组的直流电阻，并和制造厂的数据相比较。对三相绕组，相电阻或线电阻应平衡，其公差值应符合 GB755 规定；

2）测量绕组对地（必要时测量绕组间）的绝缘电阻，其值应符合 GB755 的规定；

3）按 GB755 对绕组对地（必要时加绕组相间）进行耐压试验；

4）在额定电压、额定频率下测量空载电流及空载损耗，并与制造厂的数据相比较。对三相系统，相间应保持平衡，其公差值应符合 GB755 规定；

5）笼型电动机的定子绕组，应在适当降低电压下进行堵转试验，并达到额定电流，检查各相是否平衡；

6）对于绕组的改造，必要时应按有关标准进行全部型式试验，至少进行上述试验。

（3）测量振动、噪声，并与制造厂数据相比较，若差别较大，应查找原因。

（4）对于更换绕组的绕线转子开路电压的测定，并与制造厂的数据相比较，若偏差较大，应查找原因。

附 录

附录插图及说明

（1）附录中安装尺寸代号如附图2-1所示。

（2）附录中尺寸单位为mm，质量为kg。

（3）因本手册为“修理”而编，故铸铝转子的转子槽形毋须在本附录中出现。而BJO2、YA、YB、YA2、YB2低压防爆电动机的定子槽形分别与基本系列——JO2、Y、Y2类似；定子线圈尺寸亦相似，参见《电动机修理手册》单行本《三相交流电动机修理》附录即可。

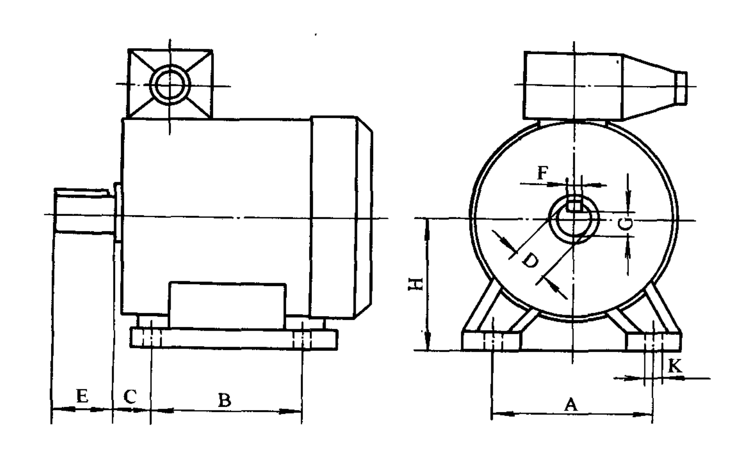
（4）绕线转子防爆电动机定、转子槽形的尺寸代号与第三章附录相同；高压防爆电动机定、转子槽形的尺寸代号见本章附表2-7。

（5）本章附录共有11个附表，其所含防爆电动机的主要特征见附表2-1。

（6）功率≤3kW时，电压为220/380V，但只供一种电压。

（7）为便于引进设备与国产产品互换，特增补附表10——国外防爆电动机型谱及技术数据。

（8）除特殊注明外，工作制均为S_1（连续）。



附图2-1 电机安装尺寸代号

附表2-1 所含防爆电动机特征

<table>
<tr><th>序号</th><th>电动机型号</th><th>电压/V</th><th>防爆等级</th><th>绝缘等级</th><th>防护等级</th><th>生产年代</th><th>注</th></tr>
<tr><td>1</td><td>BJO2</td><td rowspan="5">220
380
660</td><td>KB,B2d
B3d</td><td>E</td><td>IP44</td><td>20世纪60年代末至20世纪80年代初</td><td>不接订货，产品仍在使用</td></tr>
<tr><td>2</td><td>YB</td><td>Ⅰ,ⅡA,ⅡB,ⅡC</td><td rowspan="4">F</td><td rowspan="6">IP44
IP54</td><td>20世纪80年代至目前</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>YB2</td><td>同上</td><td>待投产</td><td>可以接订货</td></tr>
<tr><td>4</td><td>YA</td><td>eⅡT2,eⅡT3</td><td>20世纪80年代至目前</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>YA2</td><td>同上</td><td>待投产</td><td>可以接订货</td></tr>
<tr><td>6</td><td>JB</td><td>6000</td><td>Ⅰ,ⅡA,ⅡB,ⅡC</td><td>B</td><td>20世纪70年代至目前</td><td>目前仍有订货</td></tr>
<tr><td>7</td><td>YA,YB</td><td>6000</td><td>Ⅰ,ⅡA,ⅡB,ⅡC
eⅡT2,eⅡT3</td><td>F</td><td>20世纪80年代至目前</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>JBR</td><td>380,660
1140</td><td>KB,B2d
B3d</td><td>定、转子均B</td><td>IP44</td><td>20世纪60年代初至20世纪80年代初</td><td>不接订货，产品仍在使用</td></tr>
<tr><td>9</td><td>JBRO</td><td>同上</td><td>Ⅰ,ⅡA,ⅡB</td><td>定、转子均F</td><td>IP44
IP54</td><td>20世纪80年代中期至目前</td><td></td></tr>
</table>

附表 2-2　BJO2 系列低压隔爆型电动机技术数据

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm	轴承型号
		外径	内径	铁心长							
11	0.8-2	120	67	65	1-0.67	94	1-12 2-11	1Y	24/20	0.3	60204×2
12	1.1-2			85	1-0.77	72					
11	0.6-4		75	85	1-0.59	118	1-6		24/22	0.25	
12	0.8-4			100	1-0.67	96					
21	1.5-2	145	80	75	2-0.67	65	1-12 2-11	1Y	24/20	0.4	60305×2
22	2.2-2			100	2-0.74	54					
21	1.1-4		90	85	1-0.74	83	1-6		24/26	0.35	
22	1.5-4			115	1-0.86	64					
21	0.8-6		94	85	1-0.69	82			36/33	0.25	
22	1.1-6			115	1-0.8	62					
31	3-2	167	94	95	2-0.86	43	1-12 2-11	1Y	24/20	0.5	60306×2
32	4-2			125	1-1.08	58		1△			
31	2.2-4		104	95	1-1.0	43	2-1-9 1-1-8	1Y	36/26	0.3	
32	3-4			135	2-0.8	32					
31	1.5-6		110	95	2-0.67	61	1-6		36/33	0.35	
32	2.2-6			135	2-0.77	44					
41	5.5-2	210	120	110	2-0.96	53	1-12 2-11	1△	24/20	0.7	60308×2
42	7.5-2			135	2-1.08	43					
41	4-4		136	100	1-1.0	52	2-1-9 1-1-8		36/26	0.35	
42	5.5-4			125	2-0.8	42					
41	3-6		148	110	2-0.86	40	1-6	1Y	36/33	0.35	
42	4-6			140	2-0.77	55		1△			
41	2.2-8			110	2-0.83	38		1Y	48/44	0.35	
42	3-8			140	1-0.93	62		2Y			
51	10-2	245	136	130	3-1.04	40	1-12 2-11	1△	24/20	0.9	60309×2
52	13-2			170	3-1.16	32					
51	7.5-4		162	120	2-1.0	38	2-1-9 1-1-8		36/26	0.4	
52	10-4			160	2-1.16	29					
51	5.5-6		174	130	2-0.86	49	1-6		36/33	0.35	
52	7.5-6			170	1-1.0 1-1.08	37					
51	4-8			130	2-0.83	48			48/44	0.35	
52	5.5-8			170	1-0.93	74		2△			
61	17-2	280	155	165	2-1.25	26	1-11	2△	30/22	0.7	309 2309
61	13-4		182	155	2-1.35	14	1-9	1△	36/46	0.55	

（续）

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm	轴承型号
		外径	内径	铁心长							
62	17-4	280	182	190	2-1.35 1-1.25	12	1-9	1△	36/46	0.55	309 2309
61	10-6		200	175	2-1.16	12	1-9		54/44	0.5	
62	13-6			220	2-1.35	10					
61	7.5-8			175	2-1.08	16	1-7		54/58	0.5	
62	10-8			220	1-1.25	25		2△			
71	22-2	327	182	175	2-1.35	20	1-13	2△	36/28	1.0	311 2311
72	30-2			200	2-1.25 1-1.35	16					
71	22-4		210	175	1-1.45 1-1.35	21	1-9		36/46	0.6	
72	30-4			235	2-1.35 1-1.25	16					
71	17-6		230	200	2-1.25 1-1.16	9	1-9	1△	54/44	0.55	
72	22-6			250	1-1.16 1-1.25	14		2△			
71	13-8			200	1-1.35	21	1-7		54/58	0.55	
72	17-8			250	2-1.08	17					
82	40-2	368	210	240	2-1.35 2-1.45	13	1-13	2△	36/28	0.95	314 2314
82	40-4		245	275	3-1.56	10	1-11		48/38	0.65	
81	30-6		260	240	2-1.25	16	1-11	3△	72/58	0.5	
82	40-6			310	2-1.08	25		6△			
81	22-8			240	2-1.35	13	1-9	2△		0.5	
82	30-8			310	2-1.62	10					
91	55-2	423	260	200	5-1.56	11	1-14	2△	36/28	1.5	317×2
92	75-2			280	5-1.56 2-1.45	8					
93	100-2			390	8-1.62	6					
91	55-4		280	260	3-1.25	17	1-13	4△	60/50	1.0	317 2317
92	75-4			340	3-1.45	13					
93	100-4			440	4-1.45	10					
91	55-6		300	320	3-1.35	10	1-11	3△	72/58	0.6	
92	75-6			425	2-1.35 2-1.45	8					
91	40-8			320	2-1.25	17	1-9	4△		0.6	
92	55-8			425	3-1.25	13					

（续）

机座号	技术指标					安装尺寸									电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K	
11	77.5	0.85	1.8	7	2.2	140	100	56	18	40	5	14.8	90	11	24
12	79.5	0.86					125								25
11	74	0.76	1.8	7	2.0		100								24
12	76.5	0.77					125								26
21	81	0.87	1.8	7	2.2	160	112	63	22	50	6	18.2	100	13	35
22	82.5	0.87					140								38
21	79	0.79	1.8	7	2.0		112								33
22	80.5	0.81					140								39
21	75	0.70		6.5	1.8		112								33
22	77	0.72					140								38
31	84	0.88	1.8	7	2.2	190	140	70	28	60	8	23.5	112	13	53
32	85.5	0.88					159								58
31	82	0.83		7	2.0		140								50
32	83.5	0.84					159								58
31	78.5	0.74		6.5	1.8		140								50
32	80.5	0.76					159								57
41	86.5	0.88	1.6	7	2.2	216	140	89	32	80	10	26.8	132	13	80
42	87.5	0.88					178								89
41	85	0.85	1.8	7	2.0		140								76
42	86	0.86					178								91
41	82.5	0.78	1.8	6.5	1.8		140								77
42	84	0.79					178								87
41	80.5	0.68	1.8	5.5	1.8		140								76
42	82.5	0.72					178								87
51	87.5	0.88	1.4	7	2.2	254	178	108	38	80	12	32.8	160	16	123
52	88	0.88					210								138
51	87	0.87	1.4	7	2.0		178								118
52	87.5	0.87					210								138
51	85	0.80	1.4	6.5	1.8		178								119
52	86	0.81					210								138
51	84	0.75	1.5	5.5	1.8		178								121
52	85	0.77					210								135
61	88.5	0.9	1.3	7	2.2	279	203	121	42	110	12	36.8	180	16	180
61	88	0.88	1.3	7	2.0										202

（续）

机座号	技术指标					安装尺寸									电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K	
62	89	0.88	1.3	7	2.0	279	241	121	42	110	12	36.8	180	16	220
61	87	0.82	1.4	6.5	1.8		203								198
62	87.5	0.83	1.4	6.5	1.8		241								212
61	86	0.78	1.3	5.5	1.8		203								198
62	87	0.80	1.3	5.5	1.8		241								212
71	88.5	0.90	1.2	7	2.2	356	286	149	48	110	14	42.2	225	20	281
72	89.5	0.91	1.2	7	2.2		311								319
71	89.5	0.88	1.2	7	2.0		286								290
72	90	0.88	1.2	7	2.0		311								335
71	88.5	0.84	1.4	6.5	1.8		286								290
72	89	0.85	1.4	6.5	1.8		311								335
71	87.5	0.81	1.3	5.5	1.8		286								285
72	88	0.82	1.3	5.5	1.8		311								310
82	90	0.91	1.2	6.5	2.2	406	349	168	60	140	18	52.9	250	25	520
82	91	0.89	1.2	6.5	2.0										520
81	89.5	0.86	1.4	6.5	1.8		311								455
82	90.5	0.87	1.4	6.5	1.8		349								520
81	88.5	0.82	1.3	5.5	1.8		311								450
82	89	0.83	1.3	5.5	1.8		349								523
91	90	0.92	1.2	6.5	2.2	457	368	190	70	140	20	62.2	280	25	710
92	91	0.92	1.1	6.5	2.2		419								820
93	91.5	0.92	1.1	6.5	2.2		419								900
91	91.5	0.89	1.2	6.5	2.0		368								710
92	92	0.90	1.1	6.5	2.0		419								820
93	92	0.90	1.1	6.5	2.0		419								900
91	91.5	0.88	1.2	6.5	1.8		368								710
92	92	0.89	1.2	6.5	1.8		419								820
90	90	0.84	1.3	5.5	1.8		368								710
92	91.0	0.84	1.3	5.5	1.8		419								820

注：机座号≤52，定子绕组为单层；机座号≥61，定子绕组为双层。

附表 2-3　YB 系列低压隔爆型电动机技术数据

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm 外径	内径	铁心长	线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm	轴承型号
801	0.75-2	120	67	65	1-0.63	111	1-9 2-10 11-18	1Y	18/16	0.3	M180 204Z_1 ×2
802	1.1-2			80	1-0.71	90					
801	0.55-4		75	65	1-0.56	1.28	1-6		24/22	0.25	
802	0.75-4			80	1-0.63	103					
90S	1.5-2	130	72	85	1-0.85	74	1-9 2-10 11-18	1Y	18/16	0.35	M180 205Z_1 ×2
90L	2.2-2			110	1-0.95	58					
90S	1.1-4		80	90	1-0.71	81	1-6		24/22	0.25	
90L	1.5-4			120	1-0.80	63					
90S	0.75-6		86	100	1-0.67	77			36/33	0.25	
90L	1.1-6			120	1-0.75	63					
100L	3-2	155	84	100	1-0.71 1-0.95	40	1-12 2-11	1Y	24/20	0.4	M180 206Z_1 ×2
100L1	2.2-4		98	105	2-0.71	41	1-9 2-10 11-18		36/26	0.3	
100L2	3-4			135	1-0.71 1-0.95	31					
100L	1.5-6		106	100	1-0.85	53	1-6		36/33	0.25	
112M	4-2	175	98	105	1-1.06	48	同 5.5kW-2P	1△	30/26	0.45	M180 306Z_1 ×2
112M	4-4		110	135	1-1.06	46	1-9 2-10 11-18		36/26	0.3	
112M	2.2-6		120	110	1-1.06	44	1-6	1Y	36/33	0.3	
132S1	5.5-2	210	116	105	1-0.9 1-0.95	44	1-16 2-15 3-14 1-14 2-13	1△	30/26	0.55	M180 308Z_1 ×2
132S2	7.5-2			125	1-1.0 1-1.06	37					
132S	5.5-4		136	115	1-0.9 1-0.95	47	1-9 2-10 11-18		36/32	0.4	
132M	7.5-4			160	2-1.06	35					
132S	3-6		148	110	1-0.85 1-0.9	38	1-6	1Y	36/33	0.35	
132M1	4-6			140	1-1.06	52		1△			
132M2	5.5-6			180	1-1.25	42					
132S	2.2-8		148	110	1-1.12	39		1Y	48/44	0.35	
1132M	3-8			140	1-1.3	31					

（续）

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm	轴承型号
		外径	内径	铁心长							
160M1	11-2	260	150	125	2-1.18 1-1.25	28	同 5.5kW-2P	1△	30/26	0.65	$M309Z_1 \times 2$
160M2	15-2			155	2-1.12 2-1.18	23					
160L	18.5-2			195	3-1.12 2-1.18	19					
160M	11-4		170	155	2-1.3	28	1-9 2-10 11-18		36/26	0.5	$M309Z_1$ $M2309Z_1$
160L	15-4			195	2-1.25 1-1.18	22					
160M	7.5-6		180	145	2-1.12	38	1-6		36/33	0.5	
160L	11-6			195	4-0.95	28					
160M1	4-8		180	110	1-1.25	51	1-6		48/44	0.4	
160M2	5.5-8			145	2-1.0	39					
160L	7.5-8			195	1-1.12 1-1.18	30					
180M	22-2	290	160	175	2-1.3 2-1.4	8	1-14	1△	36/28	0.8	$M310Z_1 \times 2$
180M	18.5-4		180	190	2-1.18	16	1-11	2△	48/44	0.55	$M310Z_1$ $M2310Z_1$
180L	22-4			220	2-1.3	14					
180L	15-6		205	200	1-1.5	17	1-9		54/44	0.45	
180L	11-8		205	200	2-0.9	23	1-7		54/58	0.45	
200L1	30-2	327	182	180	2-1.12 2-1.18	14	1-14	2△	36/28	1.0	$M312Z_1 \times 2$
200L2	37-2			210	2-1.4 2-1.5	12					
200L	30-4		210	230	2-1.06 2-1.12	12	1-11		48/44	0.65	$M312Z_1$ $M2312Z_1$
200L1	18.5-6		230	190	1-1.12 1-1.18	16	1-9		54/44	0.5	
200L2	22-6			220	2-1.25	14					
200L	15-8		230	190	1-1.5	20	1-7		54/50	0.5	
225M	45-2	368	210	210	1-1.4 3-1.5	11	1-14	2△	36/28	1.1	$M313Z_1 \times 2$
225S	37-4		245	200	2-1.25	23	1-12	4△	48/44	0.7	$M313Z_1$ $M2313Z_1$
225M	45-4			235	2-1.4 2-1.3	10		2△			
225M	30-6		260	200	2-1.3 1-1.4	14	1-9		54/44	0.5	
225S	18.5-8		260	165	2-1.4	20	1-7		54/50	0.5	
225M	22-8			200	2-1.5	17					
250M	55-2	400	225	195	6-1.4	10	1-14	2△	36/28	1.2	$M314Z_1 \times 2$
250M	55-4		260	240	3-1.3	18	1-12	4△	48/44	0.8	$M314Z_1$ $M2314Z_1$
250M	37-6		285	225	1-1.12 2-1.18	14	1-12	3△	72/58	0.55	
250M	30-8		285	225	3-1.3	11	1-9	2△	72/58	0.55	

（续）

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm	轴承型号
		外径	内径	铁心长							
280S	75-2	445	255	225	7-1.5	7	1-16	2△	42/34	1.5	M314Z_1 ×2
280M	90-2			260	8-1.5	6					
280S	75-4		300	240	2-1.25 2-1.3	13	1-14	4△	60/50	0.9	M314Z_1 M2314Z_1
280M	90-4			325	5-1.3	10					
280S	45-6		325	215	2-1.3 1-1.4	13	1-12	3△	72/58	0.65	
280M	55-6			260	1-1.4 2-1.5	11					
280S	37-8		325	215	2-1.3	20	1-9	4△	72/58	0.65	
280M	45-8			260	1-1.4 1-1.5	17					
315S	110-2	520	300	290	13-1.5	4.5	1-18	2△	48/40	1.8	316Z_1 ×2
315M	132-2			340	16-1.5	4					
315L	160-2			380	21-1.5	3.5					
315S	110-4		350	290	2-1.5 4-1.4	8.5	1-16	4△	72/64	1.2	319Z_1 2319Z_1
315M	132-4			380	2-1.5 5-1.4	7					
315L	160-4			420	8-1.5	6					
315S	75-6		375	290	1-1.3 2-1.4	19	1-11	6△	72/58	1.0	
315M	90-6			340	1-1.4 2-1.5	16					
315L1	110-6			380	2-1.4 2-1.5	14					
315L2	132-6			450	5-1.5	12					
315S	55-8		390	290	3-1.0	29	1-9	8△	72/58	0.9	
315M	75-8			380	4-1.4	11		4△			
315L1	90-8			420	5-1.4	10					
315L2	110-8			480	3-1.5	17		8△			
315S	45-10		390	290	3-1.3	19	1-9	5△	90/72	0.9	
315M	55-10			360	3-1.5	15					
315L	75-10			440	4-1.5	11					

（续）

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm	轴承型号
		外径	内径	铁心长							
355S1	185-2	590	327	300	24-1.5	4	1-17	2△	48/40	2.2	D317Z_1 7D2317Z_1
355S2	200-2			340	27-1.5	3.5	1-18				
355S3	220-2			340	30-1.5	3.5					
355S4	250-2			400	34-1.5	3					
355M	280-2			440	37-1.5	3	1-17				
355L	315-2			500	42-1.5	2.5	1-18				
355S1	185-4		380	340	12-1.5	6.5	1-16	4△	72/64	1.5	320Z_1 2320Z_1
355S2	200-4			340	12-1.5	6.5					
355S3	220-4			420	13-1.5	5.5					
355S4	250-4			450	15-1.5	5					
355M	280-4			520	17-1.5	4.5					
355L	315-4			590	19-1.5	4					
355S2	160-6		450	400	5-1.5	12	1-11	6△	72/58	1.2	
355S3	185-6			420	3-1.4 3-1.5	11					
355S4	200-6			480	6-1.5	10					
355M	220-6			520	7-1.5	9					
355L	250-6			590	7-1.6	8					
355S2	132-8		450	400	2-1.3 2-1.4	18	1-9	8△	72/58	1.1	
355S4	160-8			480	4-1.5	15					
355M	185-8			500	4-1.4 1-1.5	14					
355L	200-8			590	5-1.5	12					
355S2	90-10		450	340	4-1.5	12	1-9	5△	90/72	1.0	
355S4	110-10			380	4-1.4 1-1.5	11					
355M	132-10			420	4-1.5 1-1.6	10					
355L	160-10			550	4-1.5 2-1.6	8					
355S1	75-12		475	440	3-1.4	15	1-6	6△	90/72	0.8	
355S2	90-12			480	3-1.5	13	1-7				

（续）

机座号	技术指标					安装尺寸									电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K	
801	75	0.84	2.2	7	2.2	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	23
802	77	0.86					100								24
801	73	0.76		6.5			100								23
802	74.5	0.76					100								24
90S	78	0.85	2.2	7	2.2	140	100	56	24	50	8	20.0	90	10	31
90L	82	0.86					125								37
90S	78	0.78		6.5			100								33
90L	79	0.79					125								37
90S	72.5	0.70	2	6	2		100								33
90L	73.5	0.72					125								38
100L	82	0.87	2.2	7	2.2	160	140	63	28	60	8	24.0	100	12	45
100L1	81	0.82													45
100L2	82.5	0.81													47
100L	77.5	0.74	2	6	2										44
112M	85.5	0.87	2.2	7	2.2	190	140	70	28	60	8	24.0	112	12	53
112M	84.5	0.82													58
112M	80.5	0.74	2	6	2										53
132S1	85.5	0.88	2	7	2.2	216	140	89	38	80	10	33.0	132	12	77
132S2	86.2	0.88													84
132S	85.5	0.84	2.2												80
132M	87	0.85					178								95
132S	83	0.76	2	6.5	2		140								76
132M1	84	0.77					178								86
132M2	85.3	0.78													101
132S	81	0.71		5.5			140								77
132M	82	0.72					178								87
160M1	87.2	0.88	2	7	2.2	254	210	108	42	110	12	37.0	160	15	135
160M2	88.2	0.88													151
160L	89	0.89					254								170
160M	88	0.84	2.2				210								148
160L	88.5	0.85					254								166
160M	86	0.78	2	6.5	2		210								141
160L	87	0.78					254								165
160M1	84	0.73		6			210								123
160M2	85	0.74													141
160L	86	0.75		5.5			254								165

（续）

机座号	技术指标					安装尺寸									电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K	
180M	89	0.89	2	7	2.2	279	241	121	48	110	14	42.5	180	15	215
180M	91	0.86													220
180L	91.5	0.86					279								270
180L	89.5	0.81	1.8	6.5	2										260
180L	86.5	0.77	1.7	6											255
200L1	90	0.89	2	7	2.2	318	305	133	55	110	16	49.0	200	19	264
200L2	90.5	0.89													290
200L	92.2	0.87													300
200L1	89.8	0.83	1.8	6.5	2										265
200L2	90.2	0.83													287
200L	88	0.76	1.8	6	2										265
225M	91.5	0.89	2	7	2.2	356	311	149	55	110	16	49.0	225	19	420
225S	91.8	0.87	1.9				286		60	140	18	53.0			390
225M	92.3	0.88					311								440
225M	90.2	0.85	1.7	6.5	2										405
225S	89.5	0.76	1.7	6			286								353
225M	90	0.78	1.8				311								402
250M	91.5	0.89	2	7	2.2	406	349	168	60	140	18	53.0	250	24	505
250M	92.6	0.88							65			58.0			510
250M	90.8	0.86	1.8	6.5	2										505
250M	90.5	0.80	1.8	6											470
280S	91.5	0.89	2	7	2.2	457	368	190	65	140	18	58.0	280	24	650
280M	92	0.89					419								700
280S	92.7	0.88	1.9				368		75		20	67.5			650
280M	93.5	0.89					419								800
280S	92	0.87	1.8	6.5	2		368								620
280M	92	0.87					419								690
280S	91	0.79		6			368								610
280M	91.7	0.80					419								690
315S	92.5	0.89	1.8	7	2.5	508	406	216	65	140	18	58.0	315	28	950
315M	93	0.89					457								1000
315L	93.5	0.89					508								1150
315S	93.5	0.89					406		80	170	22	71.0			900
315M	94	0.89					457								980
315L	94.5	0.89					508								1150
315S	93	0.87	1.6	6.5	2.0		406								840

（续）

机座号	技术指标					安装尺寸									电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K	
315M	93.4	0.87	1.6	6.5	2.2	508	457	216	80	170	22	71.0	315	28	900
315L1	93.7	0.87					508								980
315L2	94	0.87													1150
315S	92.5	0.80					406								840
315M	93	0.81					457								900
315L1	93	0.82					508								980
315L2	93.5	0.82													1150
315S	91.5	0.74	1.4	6.5	2.2		406								840
315M	92	0.74		6	2.0		457								900
315L	92.5	0.75					508								1100
355S1	95	0.9	1.7	7	2.6	610	500	254	75	140	20	67.5	355	28	1420
355S2	95	0.9													1490
355S3	95	0.9													1550
355S4	95	0.9													1630
355M	95	0.9					560								1775
355L	95	0.9					630								1900
355S1	94.5	0.88	1.6	6.5	2.2		500		90	170	25	81.0			1695
355S2	94.5	0.88													1738
355S3	95	0.88													1820
355S4	95	0.88													1890
355M	95	0.88					560								2095
355L	95	0.88					630								2180
355S2	94	0.87	1.5	6.5	2.2		500								1690
355S3	94	0.87													1740
355S4	94.5	0.87													1820
355M	94.5	0.87					560								1910
355L	94.5	0.87					630								2120
355S2	94	0.82	1.4	6.5	2.0		500								1820
355S4	94.5	0.82													1900
355M	94.5	0.82					560								2100
355L	94.5	0.82					630								2180
355S2	94	0.78	1.4	6	2.0		500								1690
355S4	94	0.78													1820
355M	94	0.78					560								1919
355L	94	0.78					630								2120
355S1	91.5	0.76	1.0	5.5	2.0		500								1700
355S2	92	0.76													1800

注：机座号≤160，定子绕组为单层；机座号≥180，定子绕组为双层。

附表 2-4 YB2 系列低压隔爆型电动机技术数据

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm 外径	内径	铁心长	线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm
801	0.75-2	120	67	60	1-0.6	109	1-9 2-10 11-18	1 Y	18/16	0.3
802	1.1-2			75	1-0.67	87				
801	0.55-4		75	60	1-0.53	129	1-6		24/22	0.25
802	0.75-4			70	1-0.6	110				
801	0.37-6		78	65	1-0.45	127	1-6		36/28	0.25
802	0.55-6			85	1-0.53	98				
801	0.18-8		78	75	1-0.4	174	1-5		36/28	0.25
802	0.25-8			90	1-0.45	140				
90S	1.5-2	130	72	80	1-0.8	76	1-9 2-10 11-18	1 Y	18/16	0.3
90L	2.2-2			105	1-0.9	58				
90S	1.1-4		80	80	1-0.67	85	1-6		24/22	0.25
90L	1.5-4			110	1-0.8	63				
90S	0.75-6		86	85	1-0.67	85	1-6		36/28	0.25
90L	1.1-6			115	1-0.8	63				
90S	0.37-8		86	90	1-0.56	120	1-5		36/28	0.25
90L	0.55-8			115	1-0.63	90				
100L	3-2	155	84	90	1-1.06	44	1-12 2-11	1 Y	24/20	0.4
100L1	2.2-4		98	95	2-0.67	42	1-9 2-10 11-18		36/28	0.30
100L2	3-4			125	1-1.12	33				
100L	1.5-6		106	90	1-0.85	58	1-6		36/28	0.25
100L1	0.75-8		106	70	1-0.71	89	1-6		48/44	0.25
100L2	1.1-8			90	1-0.85	67				
112M	4-2	175	98	90	2-0.67	53	注(1)	1△	30/26	0.45
112M	4-4		110	120	1-0.67 1-0.71	51	1-9 2-10 11-18		36/28	0.35
112M	2.2-6		120	95	1-1.0	50	1-6	1 Y	36/28	0.30
112M	1.5-8		120	95	1-0.9	53	1-6		48/44	0.30
132S1	5.5-2	210	116	95	1-0.9 1-0.95	43	见注 1	1△	30/26	0.55
132S2	7.5-2			110	2-1.0	36				
132S1	5.5-4		136	110	1-0.85 1-0.9	46	1-9 2-10 11-18		36/28	0.40
132S2	7.5-4			145	2-1.0	36				

（续）

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm
		外径	内径	铁心长						
132S	3-6	210	148	90	1-0.8 0.85	44	1-6	1Y	36/42	0.35
132M1	4-6			115	1-1.0	60		1△		
132M2	5.5-6			155	1-0.8 1-0.85	45				
132S	2.2-8		148	90	1-1.06	44	1-6	1Y	48/44	0.35
132M	3-8			120	1-1.25	33				
160M1	11-2	260	150	110	2-1.25	27	见注 1	1△	30/26	0.65
160M2	15-2			140	3-1.12	22				
160L	18.5-2			165	2-1.18 1-1.25	19				
160M	11-4		170	135	1-1.0 2-1.06	29	1-9 2-10 11-18		36/28	0.5
160L	15-4			180	3-1.18	22				
160M	7.5-6		180	120	1-1.06 1-1.12	42	1-6		36/42	0.4
160L	11-6			170	1-1.25 1-1.3	31				
160M1	4-8		180	85	2-0.8	58	1-6		48/44	0.4
160M2	5.5-8			120	1-0.9 1-0.95	43				
160L	7.5-8			170	2-1.06	32				
180M	22-2	290	165	165	2-1.25	34	1-14	2△	36/28	0.8
180M	18.5-4		187	170	1-1.06 1-1.12	34	1-11		48/38	0.6
180L	22-4			190	2-1.18	30				
180L	15-6		205	170	1-0.95 1-1.0	38	1-9		54/44	0.45
180L	11-8		205	165	1-1.3	28	1-6		48/44	0.45
200L1	30-2	327	187	165	1-1.18 2-1.25	30	1-14	2△	36/28	1.0
200L2	37-2			195	2-1.3 1-1.4	26				
200L	30-4		210	195	1-1.12 2-1.18	26	1-11		48/38	0.7
200L1	18.5-6		230	160	2-1.12	36	1-9		54/44	0.5
200L2	22-6			175	2-1.18	32				
200L	15-8		230	180	2-0.95	23	1-6		48/44	0.5

（续）

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm
		外径	内径	铁心长						
225M	45-2	368	210	180	1-1.3 3-1.4	22	1-15	2△	36/28	1.1
225S	37-4		245	180	1-1.12 1-1.18	48	1-12	4△	48/38	0.8
225M	45-4			205	2-1.25	42				
225M	30-6		260	180	2-1.18 1-1.25	22	1-12	2△	72/58	0.55
225M1	18.5-8		260	160	1-1.12 1-1.18	32	1-9		72/58	0.55
225M2	22-8			180	1-1.18 1-1.25	28				
250M	55-2	400	225	185	1-1.4 3-1.5	20	1-14	2△	36/28	1.2
250M	55-4		260	205	2-1.12 1-1.18	38	1-12	4△	48/38	0.9
250M	37-6		285	190	1-1.0 2-1.12	30	1-12	3△	72/58	0.6
250M	30-8		285	200	2-1.18 1-1.25	24	1-9	2△	72/58	0.6
280S	75-2	445	255	185	6-1.3 1-1.4	16	1-16	2△	42/34	1.3
280L	90-2			215	6-1.3 2-1.4	14				
280S	75-4		300	215	2-1.3 1-1.4	26	1-15	4△	60/50	1.0
280L	90-4			270	2-1.4 1-1.5	22				
280S	45-6		325	180	3-1.25	28	1-12	3△	72/58	0.7
280L	55-6			215	2-1.3 1-1.4	24				
280S	37-8		325	190	2-1.18	46	1-9	4△	72/58	0.7
280L	45-8			235	2-1.3	38				

（续）

机座号	技术指标					轴承型号	
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	轴伸端	非轴伸端
801	75	0.83	2.6	6	2.3	6204-2RZ	6204-2RZ
802	78	0.84					
801	71	0.75	2.4	5	2.3		
802	73	0.77					
801	63	0.70	1.9	4	2.1		
802	63	0.72					
801	52	0.61	1.8	3.3	1.9		
802	55	0.61					
90S	79	0.84	2.2	7	2.3	6205-2RZ	6205-2RZ
90L	81	0.85					
90S	75	0.77	2.3	6	2.3		
90L	78	0.79					
90S	69	0.72	2.1	4	2.1		
90L	73	0.73					
90S	63	0.62	1.8	4	2.0		
90L	64	0.63					
100L	83	0.88	2.2	7	2.3	6206-2RZ	6206-2RZ
100L1	80	0.81	2.3	6	2.4		
100L2	82	0.82					
100L	76	0.76	2.1	5	2.1		
100L1	71	0.68	1.8	4	2.0		
100L2	73	0.69					
112M	85	0.88	2.2	7	2.3	6206-2RZ	6206-2RZ
112M	84	0.82	2.3	6	2.4		
112M	79	0.76	2.1	5	2.1		
112M	75	0.69	1.8	4	2.0		
132S1	86	0.88	2.2	7.5	2.3	6208-2RZ	6208-2RZ
132S2	87	0.88					
132S1	86	0.84	2.3	7	2.4		
132S2	87	0.85					
132S	81	0.77	2.1	6	2.4		
132M1	83	0.78					
132M2	85	0.78					
132S	79	0.73	1.8	5.5	2.2		
132M	81	0.73					

（续）

机座号	技术指标					轴承型号	
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	轴伸端	非轴伸端
160M1	88	0.88	2.2	7.5	2.4	6209-2RZ	6209-2RZ
160M2	89	0.89					
160L	89	0.89					
160M	88	0.85	2.2	7	2.4	6309-2RZ	6209-2RZ
160L	89	0.85					
160M	86	0.79	2.1	6.5	2.4		
160L	87	0.79					
160M1	81	0.73	1.9	6	2.2		
160M2	83	0.75					
160L	85	0.76					
180M	90.5	0.90	2.0	7.5	2.3	6211/V2	6211/V2
180M	90.5	0.85	2.2	7	2.3	6311/V2	6211/V2
180L	91.2	0.85					
180L	89	0.81	2.1	7	2.1		
180L	87	0.76	1.9	6	2.2		
200L1	91	0.90	2.0	7.5	2.4	6212/V2	6212/V2
200L2	92	0.90					
200L	92	0.86	2.2	7.2	2.4	6313/V2	6212/V2
200L1	90	0.83	2.2	7	2.4		
200L2	90	0.83					
200L	89	0.76	2.0	6.5	2.2		
225M	92.5	0.90	2.0	7.5	2.3	6313/V2	6312/V2
225S	92.5	0.87	2.2	7.2	2.4	6313/V2	6312/V2
225M	92.8	0.87					
225M	92	0.86	2.1	7	2.4		
225M1	90	0.78	2.0	6.5	2.2		
255M2	90.5	0.78					
250M	92.5	0.90	2.1	7.5	2.3	6313/V2	6313/V2
250M	93	0.87	2.2	7.2	2.4	6314/V2	6313/V2
250M	92	0.86	2.1	7.2	2.4		
250M	91	0.79	1.9	6.5	2.0		
280S	93	0.91	2.0	7.5	2.3	6314/V2	6314/V2
280L	93.8	0.91					
280S	93.8	0.87	2.2	7.2	2.4	6317/V2	6314/V2
280L	94.2	0.87					
280S	92.5	0.86	2.1	7	2.4		
280L	92.8	0.86					
280S	91.5	0.79	1.8	6	2.0		
280L	92	0.79					

注：1. 1-6，2-15，3-14，1-14，2-13。

2. 机座号≤160，定子绕组为单层；机座号≥180，定子绕组为双层。

3. 安装尺寸与相同机座号的 YB 系列电动机相同。

4. $YB_2$315、355 机座号的技术数据与 YB315、355 基本相同。

附表 2-5　YA 系列低压增安型(eⅡT3)电动机技术数据

<table>
<tr><th rowspan="2">机座号</th><th rowspan="2">容量-极数
kW-2p</th><th colspan="3">铁心尺寸/mm</th><th rowspan="2">线规
/mm</th><th rowspan="2">匝数</th><th rowspan="2">节距</th><th rowspan="2">接法</th><th rowspan="2">槽配合</th><th rowspan="2">气隙
/mm</th></tr>
<tr><th>外径</th><th>内径</th><th>铁心长</th></tr>
<tr><td>160M2</td><td>11-2</td><td rowspan="9">260</td><td rowspan="2">150</td><td>155</td><td>3-1.25</td><td>26</td><td rowspan="2">1-16
2-15
1-14
3-14
2-13</td><td rowspan="9">1△</td><td rowspan="2">30/26</td><td rowspan="2">0.65</td></tr>
<tr><td>160L</td><td>15-2</td><td>195</td><td>2-1.18
2-1.25</td><td>21</td></tr>
<tr><td>160M</td><td>11-4</td><td rowspan="2">170</td><td>155</td><td>2-1.3</td><td>29</td><td rowspan="2">1-9
2-10
11-18</td><td rowspan="2">36/26</td><td rowspan="2">0.5</td></tr>
<tr><td>160L</td><td>15-4</td><td>195</td><td>3-1.18</td><td>23</td></tr>
<tr><td>160M</td><td>7.5-6</td><td rowspan="2">180</td><td>145</td><td>2-1.12</td><td>38</td><td rowspan="2">1-6</td><td rowspan="2">36/33</td><td rowspan="2">0.45</td></tr>
<tr><td>160L</td><td>11-6</td><td>195</td><td>4-0.95</td><td>28</td></tr>
<tr><td>160M1</td><td>4-8</td><td rowspan="3">180</td><td>110</td><td>1-1.25</td><td>49</td><td rowspan="3">1-6</td><td rowspan="3">48/44</td><td rowspan="3">0.45</td></tr>
<tr><td>160M2</td><td>5.5-8</td><td>145</td><td>2-1.0</td><td>39</td></tr>
<tr><td>160L</td><td>7.5-8</td><td>195</td><td>1-1.12
1-1.18</td><td>29</td></tr>
<tr><td>180M</td><td>18.5-2</td><td rowspan="4">290</td><td>160</td><td>185</td><td>1-1.33
1-1.38</td><td>36</td><td>1-14</td><td rowspan="4">2△</td><td>36/28</td><td>0.8</td></tr>
<tr><td>180L</td><td>18.5-4</td><td>180</td><td>220</td><td>1-1.33
1-1.26</td><td>32</td><td>1-11</td><td>48/44</td><td>0.55</td></tr>
<tr><td>180L</td><td>15-6</td><td>205</td><td>200</td><td>1-1.58</td><td>34</td><td>1-9</td><td>54/44</td><td>0.50</td></tr>
<tr><td>180L</td><td>11-8</td><td>205</td><td>200</td><td>2-0.9</td><td>23</td><td>1-7</td><td>54/58</td><td>0.50</td></tr>
<tr><td>200L1</td><td>22-2</td><td rowspan="6">327</td><td rowspan="2">182</td><td>180</td><td>1-1.33
1-1.26</td><td>34</td><td rowspan="2">1-14</td><td rowspan="6">2△</td><td rowspan="2">36/28</td><td rowspan="2">1.0</td></tr>
<tr><td>200L2</td><td>30-2</td><td>210</td><td>2-1.2
2-1.26</td><td>28</td></tr>
<tr><td>200L</td><td>22-4</td><td>210</td><td>230</td><td>1-1.58
1-1.48</td><td>28</td><td>1-11</td><td>48/44</td><td>0.65</td></tr>
<tr><td>200L1</td><td>18.5-6</td><td rowspan="2">230</td><td>195</td><td>1-1.26
1-1.2</td><td>32</td><td rowspan="2">1-9</td><td rowspan="2">54/44</td><td rowspan="2">0.5</td></tr>
<tr><td>200L2</td><td>22-6</td><td>230</td><td>2-1.33</td><td>28</td></tr>
<tr><td>200L</td><td>15-8</td><td>230</td><td>190</td><td>1-1.58</td><td>40</td><td>1-7</td><td>54/50</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>225M</td><td>37-2</td><td rowspan="6">368</td><td>210</td><td>210</td><td>4-1.3</td><td>13</td><td>1-14</td><td>2△</td><td>36/28</td><td>1.1</td></tr>
<tr><td>225S</td><td>30-4</td><td rowspan="2">245</td><td>200</td><td>2-1.18</td><td>25</td><td rowspan="2">1-12</td><td>4△</td><td rowspan="2">48/44</td><td rowspan="2">0.7</td></tr>
<tr><td>225M</td><td>37-4</td><td>235</td><td>2-1.3
2-1.25</td><td>11</td><td>2△</td></tr>
<tr><td>225M</td><td>30-6</td><td>260</td><td>200</td><td>2-1.3
1-1.4</td><td>14</td><td>1-9</td><td rowspan="3">2△</td><td>54/44</td><td>0.55</td></tr>
<tr><td>225S</td><td>18.5-8</td><td rowspan="2">260</td><td>165</td><td>2-1.4</td><td>20</td><td rowspan="2">1-7</td><td rowspan="2">54/50</td><td rowspan="2">0.55</td></tr>
<tr><td>225M</td><td>22-8</td><td>200</td><td>2-1.5</td><td>17</td></tr>
</table>

（续）

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸/mm			线规 /mm	匝数	节距	接法	槽配合	气隙 /mm
		外径	内径	铁心长						
250M	45-2	400	225	195	5-1.4	12	1-14	2△	36/28	1.2
250M	45-4		260	240	2-1.4	21	1-12	4△	48/44	0.8
250M	37-6		285	225	1-1.12 2-1.18	14	1-12	3△	72/58	0.6
250M	30-8		285	240	1-1.12 1-1.18	21	1-9	4△	72/58	0.6
315S	90-2	520	300	290	12-1.5	6	1-18	2△	48/40	1.8
315M	110-2			340	14-1.5	5				
315L	132-2			380	16-1.5	4.5				
315S	90-4		350	290	2-1.5 3-1.4	10	1-16	4△	72/64	1.2
315M	110-4			380	4-1.4 2-1.5	8.5				
315L	132-4			420	2-1.5 5-1.4	7.5				
355S1	160-2	590	327	300	23-1.5	4.5	1-18	2△	48/40	2.2
355S2	185-2			340	26-1.5	4				
355M1	200-2			400	29-1.5	3.5				
355M2	220-2			440	29-1.5	3.5				
355L	250-2			500	35-1.5	3				
355S1	160-4		380	340	10-1.5	7.5	1-16	4△	72/64	1.5
355S2	185-4			420	12-1.5	6.5				
355M1	200-4			450	13-1.5	6				
355M2	220-4			520	14-1.5	5.5				
355L	250-4			590	15-1.5	5				

机座号	技术指标					轴承型号		电机质量 /kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	轴伸端	非轴伸端	
160M2	87.5	0.90	1.8	7	2.2	$6309Z_1$	$6309Z_1$	150
160L	88.5	0.90						170
160M	88	0.84	1.9	7	2.2	$N309Z_1$	$6309Z_1$	145
160L	88.5	0.85						160
160M	87	0.77	2.0	6.5	2.0			140
160L	89.5	0.81						160
160M1	84	0.72	2.0	6	2.0			120
160M2	85	0.74						140
160L	86	0.75		5.5				160
180M	88.5	0.91	1.5	7	2.2	$6310Z_1$	$6310Z_1$	215
180L	90.5	0.87	1.9	7	2.2	$N310Z_1$	$6310Z_1$	230
180L	89.5	0.81	1.8	6.5	2.0			260
180L	86.5	0.76	1.7	6	2.0			255

（续）

机座号	技术指标					轴承型号		电机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	轴伸端	非轴伸端	
200L1	88.5	0.91	1.5	7	2.2	$6312Z_1$	$6312Z_1$	260
200L2	89.5	0.91						290
200L	92	0.86	1.9	7	2.2	$N312Z_1$	$6312Z_1$	300
200L1	89.8	0.83	1.8	6.5	2.0			265
200L2	90.2	0.83						285
200L	88	0.76	1.8	6	2			265
225M	90.5	0.91	1.5	7	2.2	$6313Z_1$	$6313Z_1$	420
225S	91.2	0.87	1.9	7	2.2	$N313Z_1$	$6313Z_1$	390
225M	91.5	0.88	1.8					440
225M	90.2	0.84	1.7	6.5	2.0			405
225S	89.5	0.76	1.7	6	2.0			350
225M	90	0.78	1.8					400
250M	90.5	0.91	1.5	7	2.2	$6314Z_1$	$6314Z_1$	505
250M	92	0.88	1.7	7	2.2	$N314Z_1$	$6314Z_1$	510
250M	90.8	0.86	1.8	6.5	2.0			505
250M	90.5	0.80	1.8	6	2.0			470
315S	93.5	0.89	1.6	7	2.2	$316Z_1$	$316Z_1$	1052
315M	94	0.89						1153
315L	94.5	0.89						1242
315S	93	0.89	1.6	6.8	2.2	$N319Z_1$	$6319Z_1$	921
315M	93.5	0.89						1075
315L	94.5	0.89						1148
355S1	95	0.90	1.4	7	2.4	$N317Z_1$	$6317Z_1$	1497
355S2	95	0.90						1582
355M1	95.5	0.90						1592
355M2	95.5	0.90						1690
355L	95.5	0.90						1949
355S1	94.5	0.89	1.4	7	2.2	$N320Z_1$	$6320Z_1$	1730
355S2	95	0.89						1820
355M1	95	0.89						1890
355M2	95.5	0.89						2090
355L	95.5	0.89						2180

注：1. 1-16，2-15，1-14，3-14，2-13。

2. 机座号≤132 的 YA 电动机的技术数据分别与同机座号的 YB 相同，见附录 2。

3. 防爆等级为 eⅡT2 时，仅 YA355，二极电动机比同机座号 YB 电动机降低一级功率（如 YB355L 为 315kW，YA355L 则为 280kW），其余均与相应机座号的 YB 相同。

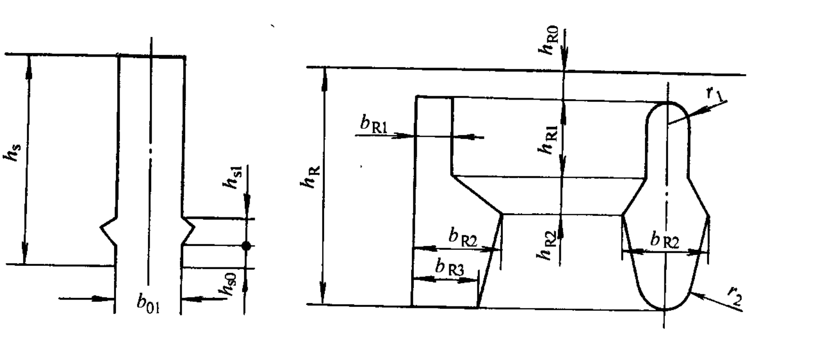
4. 同机座号的 YA 与 YB 安装尺寸相同，故附录 4 不再将其列入。

附表 2-6　YA2 系列低压增安型（eⅡT3）电动机技术数据

机座号 \ kW \ 2p	2	4	6	8	选用的轴承
80	0.75	0.55	0.37		6204-2RZ×2
	1.1	0.75	0.55		
90S	1.3	1	0.65		6205-2RZ×2
90L	1.85	1.35	0.95		
100L	2.5	2	1.8		6206-2RZ×2
		2.5			
112M	3.3	3.6	1.9		
132S	4.6	5	2.6	1.9	6208-2RZ×2
	5.5				
132M		6.8	3.5	2.6	
		4.8			
160M	7.5	10	6.6	3.5	2p:6209-2RZ×2 4-8p:6309-2RZ,6209-2RZ
	10			4.8	
160L	12.5	13.5	9.7	6.6	
180M	15	15			2p:6211/V2×2 4-8p:6311/V2,6211/V2
180L		17.5	13.2	9.7	
200L	20		16.5	13.2	2p:6212/V2×2 4-8p:6312/V2,6212/V2
	24	24	20		
225S		30		16.5	2p:6312/V2×2 4-8p:6313/V2,6312/V2
225M	28	36	27	20	
250M	36	44	33	27	2p:6313/V2×2 4-8p:6314/V2,6313/V2
280S	47	58	40	33	2p:6314/V2×2 4-8p:6317/V2,6314/V2
280M	58	70	46	40	
315S	68	84	64	50	2p:6316/V2×2 4-8p:6319/V2×2
315M	80	100	76	68	
315L	100	115	92	80	
	125	135	110	95	
			125	110	
355M	150	170	160	132	2p:6319/V2×2 4-8p:6322/V2×2
	190	215	200	165	
355L	220	240			
	250	275	250	205	
	300	350	315	260	

注：YA2 尚未试生产，因其型谱与 YA、YB 相差较大，故于投入市场前列入本手册，供选用部门参考。

附表 2-7　JB 系列高压隔爆型电动机技术数据



机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸			定子绕组			气隙	定子槽尺寸				转子槽尺寸								
		外径	内径	铁心长	线规	匝数	节距		b_{01}	h_{s0}	h_{s1}	h_s	r_1	b_{R1}	b_{R2}	b_{R3}	r_2	h_{R0}	h_{R1}	h_{R2}	h_R
560S	200-2	650	350	340 + 5 × 10	1 × 6.3	18	1-14	2.3	12.9	0.7	4	70.5		4	12	10		0.6	13	10	38.6
560S	220-2			340 + 5 × 10	1 × 6.3	18															
560M	250-2			380 + 5 × 10	1.16 × 6.4	16															
560M	280-2			440 + 6 × 10	1.35 × 6.4	14															
560S	200-4		400	420	1.25 × 5.6	15	1-14	1.2	12	6	2	75	2.5		12		3	0.5	15	2	58.5
560S	220-4			420	1.25 × 5.6	15															
560M	250-4			460	1.4 × 5.6	14															
560M	280-4			500	1.6 × 5.6	13															

（续）

机座号	kW-2P	铁心尺寸			定子绕组			气隙	定子槽尺寸				转子槽尺寸								
		外径	内径	铁心长	线规	匝数	节距		b_{01}	h_{s0}	h_{s1}	h_s	r_1	b_{R1}	b_{R2}	b_{R3}	r_2	h_{R0}	h_{R1}	h_{R2}	h_R
630S	315-2	740	380	340 + 6 × 10	1.25 × 6.9	13	1-17	2.5	13.4	0.5	4	66	3		13		5	0.7	15	2	45.7
630S	355-2			370 + 6 × 10	1.45 × 6.9	12															
630M	400-2			405 + 6 × 10	1.6 × 7.1	11															
630M	450-2			460 + 6 × 10	1.9 × 7.1	10															
630S	315-4		475	490	2 × 6.3	11	1-14	1.4	12.8	4	3	75	3		12		3	0.6	15	2	58.6
630S	355-4			420 + 6 × 10	1.8 × 8	13			14.2	3	3	80	3		14		4	0.6	15	2	65.6
630M	400-4			480 + 6 × 10	2.24 × 8	11															
630M	450-4			540 + 6 × 10	2.5 × 8	10															
710S	500-2	850	460	370 + 6 × 10	1.95 × 8	11	1-17	3.5	15	0.5	5	74	2.5		17		4.5	0.6	15	2	67.6
710S	560-2			450 + 6 × 10	2.1 × 8	10															
710M	630-2			450 + 6 × 10	2.44 × 8	9															
710M	710-2			520 + 6 × 10	2.83 × 8	8															
710S	500-4		540				1-14	1.5	14.2	1	3.5	76.5	2.2		14		4	0.6	15	2	66.6
710S	560-4			440 + 8 × 10	2.65 × 8	9															
710M	630-4																				
710M	710-4																				

(续)

机座号	技术指标					安装尺寸									轴承型号	电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
560S	93	0.86	1.0	7	2.0	900	1000	280	75	140	20	67.5	560	35	$220Z_1$ $2220Z_1$	2600
560S																2600
560M							1120									2700
560M																2800
560S	93	0.86	1.2	6.5	2.1	900	1000	280	90	170	25	81	560	35	$320Z_1$ $2320Z_1$	2600
560S																2600
560M							1120									2700
560M																2800
630S	93	0.86	1.0	6.5	2.0	1000	1120	280	85	170	22	76	630	42	4DM $222Z_1 \times 2$	3800
630S																3900
630M							1250									4200
630M																4300
630S	93	0.86	1.2	6	1.8	1000	1120	280	100	210	28	90	630	42	$MD224Z_1$ $MD2224Z_1$	3800
630S																3900
630M							1250									4200
630M																4300
710S	93	0.86	1.0	6.5	2.0	1120	1250	280	90	170	25	81	710	42	3E $222Z_1 \times 2$	5200
710S																5400
710M							1400									5500
710M																5600
710S	93	0.86	1.2	6	1.8	1120	1250	280	110	210	28	100	710	42	$MD228Z_1$ $MD2228Z_1$	5200
710S																5400
710M							1400									5500
710M			1.0													5600

注:1. 二极槽配合为48/40;四极为60/50;

2. 定子绕组接法为1丫;

3. JBO(南阳防爆电机厂)与JB(佳木斯电机厂)的型谱、安装尺寸相同。

附表 2-8　YA、YB 系列高压隔爆型电动机技术数据

(mm)

机座号	容量-极数	铁心尺寸			定子绕组			气隙	定子槽尺寸				转子槽尺寸						
	kW-2p	外径	内径	铁心长	线规	匝数	节距		b_{01}	h_{s0}	h_{s1}	h_s	r_1	b_{R2}	r_2	h_{R0}	h_{R1}	h_{R2}	h_R
400S1	200-2	650	350	400	1.12×7.1	17	1-14	2.3	13.2	6	3	78	2	12	4	0.9	15	5	50.9
400S2	220-2			400	1.12×7.1	17													
400M1	250-2			460	1.32×7.1	15													
400M2	280-2			500	1.5×7.1	14													
400S1	200-4		400	420	1.25×5.6	15	1-14	1.2	12	6	2	75	2.5	12	3	0.5	15	2	58.5
400S2	220-4			420	1.25×5.6	15													
400M1	250-4			460	1.4×5.6	14													
400M2	280-4			500	1.6×5.6	13													
400S	185-6		480	600	1.0×5.6	14	1-11	1.0	12.3	1.5	2	56.3	2.3	10	6 (bR3)	0.5	14.4	0	54.9
400M1	200-6			640	1.06×5.6	13													
400M2	220-6			680	1.18×5.6	12													
400M1	160-8		480	640	1.0×5.0	15	1-9	1.0	10.4	1.5	2	57.5	3	10	3	0.5	15	2	48.5
400M2	185-8				1.12×5.0	14													
450S1	315-2	740	380	420	1.8×7.1	13	1-17	2.7	13.4	6	3	83	2.5	14.6	4.5	1.0	15	1	51
450S2	355-2			450	2.0×7.1	12													
450S3	400-2			500	2.24×7.1	11													
450M1	450-2			560	2.5×7.1	10													
450M2	500-2			640	2.8×7.1	9													
450S1	315-4		475	450	2.0×7.1	12	1-14	1.4	13.2	3	3	80	2.8	14	4	1.0	15	0	59
450S2	355-4			500	2.24×7.1	11													
450S3	400-4			560	2.5×7.1	10													
450M1	450-4			620	2.8×7.1	9													
450M2	500-4			680	3.15×7.1	8													

（续）

机座号	容量-极数 kW-2P	铁心尺寸			定子绕组			气隙	定子槽尺寸				转子槽尺寸						
		外径	内径	铁心长	线规	匝数	节距		b_{01}	h_{s0}	h_{s1}	h_s	r_1	b_{R2}	r_2	h_{R0}	h_{R1}	h_{R2}	h_R
450S1	250-6	740	540				1-11	1.2	12.3	1.5	2.5	64.5	2	10	4 (bR3)	0.5	14.4	0	54.9
450S2	280-6			580	1.5×5.6	12													
450S3	315-6			620	1.7×6.3	11			12.7	2	2.5	65	2	10	3.5 (bR3)	0.5	14.5	0	58.9
450M1	355-6																		
450M2	400-6																		
450S1	200-8		540				1-9	1.1	12.7	2	2.5	65	2	10	3.5 (bR3)	0.5	14.5	0	58.9
450S2	220-8			580	1.32×6.3	13													
450S2	250-8			620	1.5×6.3	12													
450M	280-8																		

机座号	技术指标					安装尺寸									轴承型号	电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
400S1	93	0.86	1.0	7	2.0	686	900	280	75	140	20	67.5	400	35	$220Z_1$ $2220Z_1$	2100
400S2																2100
400M1							1000									2450
400M2																2510
400S1			1.2	6.5	2.1		900		90	170	25	81			$320Z_1$ $2320Z_1$	2100
400S2																2100
400M1							1000									2450
400M2																2510
400S	92.5	0.84	1.2	6.5	2.0		900									
400M1							1000									
400M2																
400M1	92.5	0.83	1.1	6	1.8		1000									
400M2																

（续）

机座号	技术指标					安装尺寸									轴承型号	电动机质量/kg
	η	$\cos\varphi$	T_{st}/T_N	I_{st}/I_N	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
450S1	94	0.87	1.0	7	2.0	750	900	315	85	170	22	76	450	35	3EM $222Z_1$ ×2	2750
450S2																2850
450S3																3000
450M1							1000									3250
450M2																3350
450S1			1.2	6.5	18		900		100	210	28	90			$MD322Z_1$ $MD2322Z_1$	2750
450S2																2850
450S3																3000
450M1							1000									3250
450M2																3350
450S1	92.5	92.5	1.2	6	1.8		900									
450S2																
450S3																
450M1							1000									
450M2																
450S1	92.5	92.5	1.1	6	1.8		900									
450S2																
450S3																
450M							1000									

注：1. 二极槽配合为48/40；4 极为 60/50；YB400 $^{-6}_{-8}$极为 72/58；450 $^{-6}_{-8}$极为 72/86。

2. 定子绕组接法为 1 丫。

附表 2-9　JBR 低压绕线转子隔爆型电动机技术数据　　(mm)

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸			定子绕组				转子绕组		定子槽尺寸				气隙
		外径	内径	铁心长	线规	匝数	节距	接法	线规	节距	b_{01}	h_{s0}	h_{s1}	h_s	
40	25-6	493	360	185	4-1.56	7	1-9	2Y	1-4.1×15.6 (一侧倒角 $R2.05$)	起头 1-12 完头 1-11	R6, 9, 34, 4, 1, 1				0.75
41	32-6			230	5-1.56	6									
42	40-6			285	2-1.56	15		6Y							
40	20-8			185	4-1.45	7	1-9	2Y	1-3.05×13.5 (一侧倒角 $R1.525$)	起头 1-12 完头 1-11	R4.25, 5.9, 36, 4, 1, 1				0.7
41	25-8			230	4-1.56	6									
42	32-8			285	5-1.56	5									
51	50-6	560	420	340	2.26×5.9	5	1-10	3Y	2-3.05×18	1-10 10-19	9.2	0.7	2.5	36.8	0.8
52	75-6			440	1.45×5.9	7		6Y							
51	40-8			340	2.63×6.4	4	1-9	2Y	4.4×15.6	起头 1-12 完头 1-11	9.7	0.7	2.5	34.2	0.75
52	50-8			440	3.8×6.4	3									

（续）

机座号	容量极数 kW-2P	铁心尺寸			定子绕组				转子绕组		定子槽尺寸				气隙
		外径	内径	铁心长	线规	匝数	节距	接法	线规	节距	b_{01}	h_{s0}	h_{s1}	h_s	
61	125-6	650	480		2.1×6.9	6.5		6Y	2-3.28×19.5	起头 1-12 完头 1-11	10.3	2.7	2.5	46	0.9
62	160-6				2.26×6.9	5.5									
61	100-8				2.83×6.9	5		4Y	2-2.83×22	起头 1-8 完头 1-9	10.3	2.7	2.5	46	0.9
62	125-8				1.68×6.9	8		8Y							

机座号	转子槽形	转子开路电压	技术指标			安装尺寸									轴承	电动机质量
			η	$\cos\varphi$	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
40	1.6, 4.6, 42.3, R3.6, R3.6	122	87.5	0.83	2.3	500	325	320	70	140	20	64	300	24	317 2317	700
41		141	87.5	0.84			375									800
42		168	88.5	0.84			420									900
40	1.6, 3.3, 36.8, R3.1, R3.1	122	86	0.78	2.1		325									700
41		141	86	0.78	2.3		375									800
42		168	87.5	0.78			420									900

（续）

机座号	转子槽形	转子开路电压	技术指标			安装尺寸									轴承	电动机质量
			η	$\cos\varphi$	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
51		365	90	0.86	2.3	550	480	330	80	170	24	73	335	26	319 2319	1150
52		510	90	0.86			560									1390
51		365	88	0.80	2.3		480									1150
52		510	90	0.82			560									1390
61		510	92.3	0.88	2.3	710	550	450	90	170	24	83	450	32	322 2322	3900
62		650	92.5	0.89			650									4200
61		510	92	0.83	2.3		550									3900
62		650	92.5	0.83			650									4200

注：1. 槽配合：机座 40～42，六极为 54/63；八极为 72/84；机座 51、52，六极为 72/54；八极为 72/84；机座 61、62，六极为 72/63；八极为 72/60。

2. 转子匝数为 1，接法为 1 丫。

3. 表中所列为 S1（连续）时功率，若 FC＝60%，则分别可以提高一级功率。如 40 机座号、六极，S1 时功率为 25kW，FC＝60% 时，则为 32kW，余类推。

附表 2-10 JBRO 系列低压绕线转子隔爆型电动机技术数据 (mm)

机座号	容量-极数 kW-2p	铁心尺寸			定子绕组				转子绕组				定子槽形						槽配合
		外径	内径	铁心长	线规	匝数	节距	接法	线规	匝数	节距	接法	b_0	h_0	α	b_1	R	h_1	
250S	30-6	400	285	225	2-1.12 1-1.18	14	1-12	3△	2-1.4 1-1.3	12	1-9	3Y	3.8	1	35	6.2	4.1	29.9	72/54
250M	37-6			260	2-1.18 1-1.3	12			3-1.18 1-1.3	11									
250S	22-8			225	2-1.3 1-1.18	12	1-9	2△	4-1.3	10	1-6	2Y							72/48
250M	30-8			260	4-1.18	10			3-1.3 3-1.4	9									
280S	45-6	445	325	240	3-1.4	11	1-12	3△	5-1.4	9	1-9	3Y	3.8	1	35	7.2	4.6	27.8	72/54
280M	55-6			285	2-1.35	18		6△	3-1.4	16		6Y							
280S	37-8			240	2-1.3	19	1-9	4△	5-1.5	8	1-7	2Y							
280M	45-8			285	1-1.5 1-1.4	16			6-1.4	8									
315S	75-6	493	350	350	3-1.4	15	1-11	6△	5-1.45	10	1-9	6Y	3.5	1.5	30	7.7	5.2	33.2	72/54
315M	90-6			410	3-1.5	13			5-1.45	10									
315S	55-8			350	1-1.35 1-1.4	24	1-9	8△	6-1.5	6	1-8	4Y	3.5	1.5	30	7.6	5.25	35.5	72/60
315M	75-8			410	3-1.25	20			2-1.6 4-1.5	6									
355S	110-6	560	420	390	2-1.5 2-1.4	11	1-12	6△	3.55×20	1	1-14 1-15	1Y	3.5	1.5	30	10	6.1	27	72/81
355M	132-6			480	5-1.4	9.5			3.55×20	1									
355S	90-8			390	3-1.4 2-1.5	9	1-9	4△	3.15×20	1	1-11 1-12								72/84
355M	110-8			480	2-1.4 1-1.5	15		8△	3.15×20	1									
355S	75-10			390	2-1.5 1-1.6	12	1-9	5△	4×18	1	1-8 1-9		3.5	1.5	30	7.2	4.7	34.9	90/75
355M	90-10			480	2-1.4 2-1.5	10			4×18	1									

（续）

<table>
<tr><th rowspan="2">机座号</th><th rowspan="2">容量极数
kW-2P</th><th colspan="3">铁心尺寸</th><th colspan="4">定子绕组</th><th colspan="4">转子绕组</th><th colspan="4">定子槽形</th><th rowspan="2">槽配合</th></tr>
<tr><th>外径</th><th>内径</th><th>铁心长</th><th>线规</th><th>匝数</th><th>节距</th><th>接法</th><th>线规</th><th>匝数</th><th>节距</th><th>接法</th><th>b_{01}</th><th>h_{s0}</th><th>h_{s1}</th><th>h_s</th></tr>
<tr><td>400M</td><td>160-6</td><td rowspan="6">650</td><td rowspan="4">480</td><td>480</td><td>2.8×7.1</td><td>5</td><td rowspan="2">1-12</td><td rowspan="2">3△</td><td>4.5×18</td><td>1</td><td rowspan="2">1-16</td><td rowspan="6">1丫</td><td rowspan="2">11.3</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">45.1</td><td rowspan="2">72/90</td></tr>
<tr><td>400L</td><td>185-6</td><td>560</td><td>3.55×7.1</td><td>4</td><td>4.5×18</td><td>1</td></tr>
<tr><td>400M</td><td>132-8</td><td>480</td><td>2.12×7.1</td><td>7</td><td rowspan="2">1-9</td><td rowspan="2">4△</td><td>3.55×18</td><td>1</td><td rowspan="2">1-13</td><td rowspan="2">11.3</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">49.5</td><td rowspan="2">72/96</td></tr>
<tr><td>400L</td><td>160-8</td><td>560</td><td>2.65×7.1</td><td>6</td><td>3.55×18</td><td>1</td></tr>
<tr><td>400M</td><td>110-10</td><td rowspan="2">510</td><td>480</td><td>1.15×6.3</td><td>9</td><td rowspan="2">1-9</td><td rowspan="2">5△</td><td>4.5×18</td><td>1</td><td rowspan="2">1-8
1-9</td><td rowspan="2">10.5</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">41</td><td rowspan="2">90/75</td></tr>
<tr><td>400L</td><td>132-10</td><td>560</td><td>1.25×6.3</td><td>8</td><td>4.5×18</td><td>1</td></tr>
<tr><td>450S</td><td>200-6</td><td rowspan="9">740</td><td rowspan="3">540</td><td>470</td><td>2.24×6.3</td><td>7</td><td rowspan="3">1-15</td><td rowspan="3">3△</td><td>4×20</td><td>1</td><td rowspan="3">1-19</td><td rowspan="3">1丫</td><td rowspan="3">10.9</td><td rowspan="3">2.5</td><td rowspan="3">3</td><td rowspan="3">52</td><td rowspan="3">90/</td></tr>
<tr><td>450M</td><td>220-6</td><td>520</td><td>2.5×6.3</td><td>6</td><td>4×20</td><td>1</td></tr>
<tr><td>450L</td><td>250-6</td><td>560</td><td>2.65×6.3</td><td>6</td><td>4×20</td><td>1</td></tr>
<tr><td>450S</td><td>185-8</td><td rowspan="3">540</td><td>470</td><td>1.7×6.3</td><td>10</td><td rowspan="3">1-11</td><td rowspan="3">4△</td><td>4.5×20</td><td>1</td><td rowspan="3">1-13</td><td rowspan="3">1丫</td><td rowspan="3">10.9</td><td rowspan="3">2.5</td><td rowspan="3">3</td><td rowspan="3">57.5</td><td rowspan="3">84/96</td></tr>
<tr><td>450M</td><td>200-8</td><td>520</td><td>1.9×6.3</td><td>9</td><td>4.5×20</td><td>1</td></tr>
<tr><td>450L</td><td>220-8</td><td>560</td><td>1.9×6.3</td><td>9</td><td>4.5×20</td><td>1</td></tr>
<tr><td>450S</td><td>160-10</td><td rowspan="3">590</td><td>470</td><td>2.8×5.6</td><td>5</td><td rowspan="3">1-10</td><td rowspan="3">2△</td><td>4.5×20</td><td>1</td><td rowspan="3">1-11</td><td rowspan="3">1丫</td><td rowspan="3">10.3</td><td rowspan="3">1.0</td><td rowspan="3">3</td><td rowspan="3">45</td><td rowspan="3">90/105</td></tr>
<tr><td>450M</td><td>185-10</td><td>520</td><td>3.15×5.6</td><td>4.5</td><td>4.5×20</td><td>1</td></tr>
<tr><td>450L</td><td>200-10</td><td>560</td><td>3.15×5.6</td><td>4.5</td><td>4.5×20</td><td>1</td></tr>
</table>

（续）

机座号	气隙	转子槽形						转子开路电压	技术指标			安装尺寸									轴承型号	J /(kg·m²)
		b_0	h_0	α	b_1	R	h_2		η	$\cos\varphi$	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
250S	0.6	3	0.5	30	8.2	1.75	45.35	399	88	0.83	2.6	406	311	168	60	148	18	53	250	24	314 2314	5
250M								450	88	0.83	3.5		349									6
250S								330	87	0.77	2.5		311									5
250M								380	87	0.77			349									6
280S	0.65	3.5	1	35	9.4	2.1	47.2	394	89	0.84	3.5	457	368	190	70	148	20	62.5	28	24	317 2317	10
280M								428	90	0.84			419									13.5
280S								398	88	0.77	2.8		368									10
280M								473	88	0.77	3.2		419									13.5
315S	0.7	3.5	1	30	10.7	2.6	49.4	335	91	0.87	2.8	508	406	216	85	170	22	76	315	28	319 2319	17.5
315M								390	91	0.86			457									25
315S		3.5	1	35	8.9	1.9	49.5	260	91	0.79	2.5		406									17.5
315M								318	91	0.78			457									25

（续）

机座号	气隙	转子槽形					转子开路电压	技术指标			安装尺寸									轴承型号	J /(kg·m^2)
		b_0	h_0	α	b_1	h_2		η	$\cos\varphi$	T_m/T_N	A	B	C	D	E	F	G	H	K		
355S	0.8	1.5	0.6	30	6.4	49.2	390	92	0.87	3.5	610	500	254	90	170	25	81	355	28	320 2320	43
355M							452	92.5	0.87			560									50
355S		1.5	0.6	30	6	49.5	329	92	0.80	3.2		500									43
355M							395	92	0.81			560									50
355S		1.5	0.6	30	7.8	45.6	218	90	0.75	2.5		500									43
355M							260	90	0.76	2.4		560									50
400M	0.9	1.5	0.6	36	7.5	45.3	467	92.5	0.89	3.2	686	630	280	100	210	28	90	400	35	322 2322	95
400L							590	92.5	0.88	3.5		710									107
400M	0.9	1.5	0.6	36	6.7	44.9	474	92	0.79			630									95
400L							563	92.5	0.78			710									107
400M	0.8	1.5	0.6	30	7.3	44.9	326	90	0.76	2.6		630									95
400L							376	91	0.75			710									107
450S	1.0	1.5	0.6	36	7.1	49	590	92.5	0.89	3.5	800	630	315	110	210	28	100	450	35	324 2324	132
450M							600	92.5	0.89	3.3		710									150
450L							650	92.5	0.89			800									178
450S	1.0	1.5	0.6	36	7.6	49.3	500	92.5	0.82	3.0		630									132
450M							570	92.5	0.82			710									150
450L							580	92.5	0.82	3.2		800									178
450S	1.0	1.5	0.6	36	7.6	49.3	500	91	0.76	2.8		630									175
450M							590	91	0.77			710									200
450L							590	91	0.77			800									220

附表 2-11　国外防爆电动机的型谱和技术数据

附表 2-11A　主要国家防爆电动机的型谱及主要技术数据(隔爆型低压)

技术指标	功率/kW								质量/kg								效率(%)	
国家公司	德国西门子		日本东芝		瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子		日本东芝		瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子	
系列	1MJ6 1MJ5 1MJ2		1KH		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2		1KH		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2	
机座号 \ 极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
80	0.75	0.55	0.75	0.75	0.75	0.55	1.5	1.1	21.5	21	24	22 (25)	23	23	32.4	32.4	75	72
80	1.1	0.75	—	—	1.1	0.75	2.2	1.5	23.5	22.5			25	25	35	35	77	72
90S	—	—	—	—	1.5	1.1	—	—					28	28				
90L	1.5 2.2	1.1 1.5	1.5 2.2	1.5	2.2	1.5	3	2.2	30 32.5	29.5 32	37 37	33 35	36	36	63	63	77 82	73 76
100S	—	—	—	—	—	—	4	3							78	78		
100M	—	—	—	—	—	—	—	—										
100L	3	2.2 3	—	2.2	3	2.2 3	5.5	4	52	39 51		38 42	37	36 41	84	84	82	78 78
112	4	4	3.7	3.7	4	4	7.5	5.5	55	56	48	49 51	59	60	106	106	85	84
132S	5.5 7.5	5.5	5.5 7.5	5.5	5.5 7.5	5.5	—	7.5	80 86	80	87 87	91 88	61 66	72		148	85 86	84
132M	—	7.5	—	7.5	—	7.5	11	11		89		103 100		86	156	156		85
160S	—	—	—	—	—	—	15	15							230	260		
160M	11 15	11	11 15	11	11 15	11	18.5	18.5	115 128	120	137 137	135 117	134 145	140	250	280	88 90	86

（续）

技术指标 / 国家公司 / 系列 / 极数 / 机座号	功率/kW								质量/kg								效率(%)	
国家公司	德国西门子		日本东芝		瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子		日本东芝		瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子	
系列	1MJ6 1MJ5 1MJ2		1KH		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2		1KH		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2	
极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
160L	18.5	15	—	15	18.5	15	—	—	162	154		152 145	150	150			91	88
180S	—	—	—	—	—	—	22	22							280	320 (350)		
180M	22	18.5	—	18.5	22	18.5	30	30	175	175		210	210	190	350	390 (385)	91.7	90.5
180L	—	22	18.5 22	22	—	22	—	—		190	240 240	240		210				91.2
200M	—	—	—	—	—	—	37	37							435 420	455 440		
200L	30 37	30	30	30	30 37	30	45	45	250 270	260	330	330	275 290	290	480 463	500 483	92.3 92.8	91.8
225S	—	37	37	37	—	37	—	—		325	400	400		375				92.5
225M	45	45	45	45	45	45	55	55	335	335	440	440	385	415	580 550	60 570	93.3	9
250S	—	—	—	—	—	—	75	75							730	750		
250M	55	55	55	55	55	55	90	90	445	465	540	540	510	510	740	815	93.6	93.8
280S	75	75	75	75	75	75	110	110	600	630	800	800	675	680	950	965	94.4	94.5
280M	90	90	90	90	90	90	—	—	640	680	900	900	745	760			94.8	94.7

（续）

技术指标 / 国家公司 / 系列 / 极数 / 机座号	功率/kW								质量/kg								效率(%)	
国家公司	德国西门子		日本东芝		瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子		日本东芝		瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子	
系列	1MJ6 1MJ5 1MJ2		1KH		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2		1KH		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2	
极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
280L	—	—	—	—	—	—	—	—										
315S	110	110	—	—	110	110	—	—	840	870			940	960			94.8	94.7
315M	132	132	—	—	132 160	132 160	—	—	900	950			1040 1300	1070 1230			94.9	95.3
315L	160	160	—	—	200	200	—	—	1120	1220			1300	1240			95.5	95.5
355S	200	200	—	—	—	—	—	—	1500	1600							96	96
355M	250	250	—	—	—	—	—	—	1700	1850							96	96
355L	315	315	—	—	280 355	250 325	—	—	2050	2200			1860 2050	2000 2120			96.3	96.1
400S	355	355 400	—	—	—	—	—	—	2400	2500 2650							96.3	96.3 96.5
400M	400	450	—	—	—	—	—	—	2550	2850							96.5	96.7
400L	—	—	—	—	400 450	410 485 550	—	—					2230 2350	2450 2740 3110				
450S	—	500	—	—	—	—	—	—		3300								
450M	—	560	—	—	—	—	—	—		3500								
450L	—	—	—	—	—	—	—	—										

（续）

技术指标	效率(%)				cosφ				cosφ		噪声(升压级 dB(A))					
国家公司	瑞士 ABB		俄罗斯 顿涅斯克		德国西门子		瑞士 ABB		俄罗斯 顿涅斯克		德国西门子			瑞士 ABB		
系列	D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2			D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		
极数 / 机座号	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	6	2	4	6
80	70	68	81	79	0.86	0.8	0.84	0.77	0.9	0.8	58	49	42	62	48	45
80	74	71	83	80	0.87	0.87	0.86	0.77	0.91	0.8	58	49	42	62	48	45
90S	76	76					0.89	0.81						66	48	50
90L	80	78	82.5	81	0.85 0.86	0.81 0.79	0.89	0.82	0.87	0.8	63	51	45	66	48	50
100S			84.5	81.5					0.87	0.8						
100M				84												
100L	81.5	79.3 80.5	85		0.85	0.8 0.82	0.92	0.83 0.83	0.88	0.82	65	54	50	67	53	55
112	83	82.5	88	86.5	0.88	0.8	0.89	0.83	0.88	0.83	66	55	55	71	60	56
132S	83.5 85	84		89	0.85 0.89	0.85	0.89 0.9	0.84		0.85	70	61	60	77	63	58
132M		85	88.5	89		0.87		0.85	0.87	0.84		61	60		63	58
160S			89.5	90					0.89	0.87	72	65				
160M	88 89.5	88.5	90	90.5	0.84 0.85	0.86	0.88 0.89	0.86	0.9	0.85			63	75	67	61

(续)

技术指标	效率(%)				cosφ				cosφ		噪声(升压级 dB(A))					
国家公司	瑞士 ABB		俄罗斯 顿涅斯克		德国西门子		瑞士 ABB		俄罗斯 顿涅斯克		德国西门子			瑞士 ABB		
系列	D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2			D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		
机座号 \ 极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	6	2	4	6
160L	90	90			0.86	0.87	0.89	0.86			72	65	63	75	67	61
180S			90	91					0.89	0.86 0.87					65	
180M	92.4	90.8	91	91	0.89	0.84	0.9	0.87	0.9	0.88 0.87	72	62		79		
180L		91.3				0.85		0.87				62	58		65	62
200M			91.5	92.5					0.86	0.89 0.87						
200L	92.2 93	92	92.5	92.5	0.89 0.9	0.86	0.87 0.88	0.85	0.88	0.88 0.87	73	63	58	79	67	63
225S		92.4				0.86		0.85				65			70	
225M	93	93.1	92.5	93	0.9	0.87	0.88	0.85	0.89 0.86	0.89 0.85	74	65	61	79	70	67
250S			92	91.7					0.89	0.89						
250M	92.8	93.7	92	92	0.91	0.87	0.89	0.85	0.9	0.9	76	66	61	84	70	68
280S	93.6	94.3	93	93.5	0.9	0.86	0.9	0.86	0.89	0.89	78	68	61	85	72	71
280M	94.1	94.7			0.91	0.86	0.91	0.86			78	68	61	85	72	71

（续）

技术指标	效率（%）				cosφ				cosφ		噪声（升压级 dB(A)）					
国家公司	瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子		瑞士 ABB		俄罗斯顿涅斯克		德国西门子			瑞士 ABB		
系列	D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2		D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		B		1MJ6 1MJ5 1MJ2			D. S/MEDS D. L/MEDL D. M/MEDM		
机座号 \ 极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	6	2	4	6
280L																
315S	94.2	94.4			0.9	0.86	0.89	0.87			80	70	64	85	80	73
315M	94.7 95.2	94.9 95.3			0.9	0.87	0.90 0.91	0.87 0.87			80	70	64	85	80	73
315L	95.6	95			0.91	0.88	0.9	0.87			80	70	64	85	83	
355S					0.91	0.88					82	75	71			
355M					0.91	0.89					82	75	71			
355L	95 95.3	95.4 95.6			0.93	0.90	0.88 0.88	0.88 0.88			82	75	71	87	84	83
400S					0.92	0.9 0.9					84	78	75			
400M		95.8 96			0.92	0.9					84	78	75			
400L	94.7 94.9	96.2					0.88 0.88	0.88						87	85	88
450S						0.9						82	80			
450M						0.91						82	80			
450L																

附表 2-11B　主要国家防爆电动机的型谱及主要技术数据（增安型、低压，T3）

技术指标	功率/kW								质量/kg								效率(%)	
国家公司	德国西门子		德国 LOHER		瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子		德国 LOHER		瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子	
系列	1MA5 1MA6		ENCU		MT HXA MBT HXR		LKE LKÝ MKE		1MA5 1MA6		ENCU		MT HXA MBT HXR		LKE LKY MKE		1MA5 1MA6	
极数 / 机座号	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
63	0.18	0.12	0.18	0.12	0.25	0.18	—	—	3.9	3.9	4	4	4.5	4.5			62	57
63	0.25	0.18	0.25	0.18	—	—	—	—	4.5	4.5	4.6	4.6					65	62
71	0.37	0.25	0.37	0.25	0.37	0.25	0.37	0.25	5.4	5.2	5.7	5.7	5.5	5.5	5.5	6	65	64
71	0.55	0.37	0.55	0.37	0.55	0.37	0.55	0.37	7	6.4	6.6	6.6	6.5	6.5	6.3	7.4	72	67
80	0.75	0.55	0.75	0.55	0.75	0.55	0.75	0.55	8.6	8.4	9.2	9.2	9	9	9.5	10	74	75
80	1.1	0.75	1.1	0.75	1.1	0.75	1.1	0.75	10.3	9.8	10.4	10.4	10	10	11	11	78	75
90S	1.3	1	1.3	1	1.3	1.1	1.3	1	13.3	12.7	14	14	13	13	15.8	15.5	80	76
90L	1.85	1.35	1.85	1.35	2.1	1.5	1.85	1.35	16.1	16	18	18	16	16	18.5	18.3	81	78
100L	2.5	2 2.5	2.5	2 2.5	2.5	2 2.5	2.5	2 2.5	21	22 24	23	23 25	21	20.5 23.5	24	19.5 23	84	79 81
112S	—	—	3.3	—	—	—	—	—			38							
112M	3.3	3.6	—	3.6	3.7	3.7	3.3	3.6	25	29		38	30	31	29	29	84	84
132S	4.6 5.5	5	4.6 5.5	5	5.2	5.2	4.6 5.5	5	43 50	39	53 56	59	42	40	42 46	44	84 86	86
132M	—	6.8	—	6.8	—	6.8	—	6.8		53		69		50		66		87
160M	7.5 10	10	7.5 10	10	7.5 10	10 7.5	7.5 10	10	71 82	73	104 106	108	76 85	72 76	75 85	80	87 89	88
160L	12.5	13.5	12.5	13.5	13 16	13 11	12.5	13.5	99	90	130	130	95 101	87 91	140	130	90	89
180M	15	15	15	15	15 18.5	18.5 15	15	15	165	165	162	162	119 120	130 119	165	150	91.5	91.3
180L	—	17.5	—	17.5	—	22 18.5	—	17.5		180		176		145 135		160		91.7
200M	—	—	—	—	22 28	26 30	—	—					215 245	225 250				

（续）

技术指标	功率/kW								质量/kg								效率(%)	
国家公司	德国西门子		德国 LOHER		瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子		德国 LOHER		瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子	
系列	1MA5 1MA6		ENCU		MT HXA MBT HXR		LKE LKY MKE		1MA5 1MA6		ENCU		MT HXA MBT HXR		LKE LKY MKE		1MA5 1MA6	
极数 / 机座号	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
200L	20 24	24	20 24	24	25 29	28	20 24	24	230 250	240	252 262	254	170 195	190	210 230	245	91.5 92.5	92.2
225S	—	30	—	30	30 36	32 38 43	—	30		300		305	310 340	35 310 340		275		93.3
225M	28	36	28	36	38	36	28	36	310	330	305	335	245	270	300	315	92.8	93.8
250M	36	44	36	44	42 45	42 60	36	44	415	435	410	425	280 450	315 450			93	94
280S	47	58	47	58	55	70	47	58	570	610	555	575	580	575			93.5	94.6
280M	—	70	58	70	75	80	58	70	610	660	590	650	660	660			94.1	94.8
315S	68	84	68	84	88	100	68	84	790	830	735	795	930	930			93.5	94.8
315M	80	100	80 100 120	100 120	94	115	80	100	850	910	835 835 905	890 960	1030	1030			94.2	95.3
315L	100 125	115 135	140	140	120	130	100 125	115 135	990 1100	1060 1200	1085	1165	1170	1170			99.8 95.3	95.6 95.8
355S	—	—	—	—	150	150	—	—					1550	1550				
355M	—	—	160	160	175	185	150 180	170 215			1570	1650	1750	1800				
355L	150 190	170 215	200	200	200	220	150 180	170 215	1470 1650	1590 1790	1820	1885	2150	2100				96.1 96.4
400M	—	—	240 280	240 280	200	220	220 240	245 275			2060 2200	2100 2260		2150				
400L	220 240	245 275	—	—	—	—	220 240	245 275	2000 2120	2120 2260								96.4 96.5
450																		

（续）

技术指标	效率(%)				t_E(s)				t_E(s)		噪声(升压级 dB(A))					
国家公司	瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子		瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子			瑞士 ABB		
系列	MT HXA MBT HXR		LKE LKY MKE		1MA5 1MA6		MT HXA MBT HXR		LKE LKY MKE		1MA5 1MA6			MT HXA MBT HXR		
机座号 \ 极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	6	2	4	6
63	64	56			25	40	19	51			51	43	41	53	41	
63						30					51	43	41	53	41	
71	67	59	72	68	25	40	16	18	22	30	54	44	42	59	45	42
71	72	64	74	71	15	25	14	14	16	23	54	44	42	59	45	42
80	74	68	77	73	12	18	10	11	15	23	58	49	42	60	49	47
80	77	72	79	76	9	16	7	9	9	18	58	49	42	60	49	47
90S	79	75	81	78.5	11	12	10	14	13	21	63	51	45	65	54	51
90L	81	79	82	79.5	10	12	7	14	9	17	63	51	45	65	54	51
100L	83	79 81	83	79	7	12 10	8	10 8	6	10 8	65	54	50	69	58	55
112S											66	55	55	64	58	55
112M	85	84.5	78	81.5	9	9	5.5	9.5	6	6	66	55	55	64	58	55
132S	85	85.5	85.5 87.5	86.5	11 12	9	5	9.5	6	8	70	61	60	69	60	61
132M		87		87		9		6.5		8	70	61	60	69	60	61
160M	87～89	88 85	89.5 90	89	12 10	9	6～9	8 10	8 7	8	72	65	63	72	62 64	60 65
160L	90 91	90 87	91	90	11	7	5 6	9 6			72	65	63	72	62 64	60 65
180M	91 91	91 90	92	91	17	17	5 6	5.5 7			72	62	58	73 70	64	60
180L		91.5 90		91.5		17		7 5			72	62	58	73 70	64	60
200M	91～ 92.5	92.5 93					7 5	5 5			73	63	58	72 75	63 65	64 62

（续）

技术指标	效率（%）				t_E（s）				t_E（s）		噪声（升压级 dB（A））					
国家公司	瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子		瑞士 ABB		奥地利 ELIN		德国西门子			瑞士 ABB		
系列	MT HXA MBT HXR		LKE LKY MKE		1MA5 1MA6		MT HXA MBT HXR		LKE LKY MKE		1MA5 1MA6			MT HXA MBT HXR		
机座号 \ 极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	6	2	4	6
200L	92 92.5	92	91 92.5	92	17 16	12	6 5	7			73	63	58	72 75	63 65	64 62
225S	93.5	92.5 ~ 93.5		92.5		18	6 5	9 5 5			74	65	61	74 75	67 66	62
225M	93.5	93	93.5	93	14	16	5.5	9			74	65	61	74 75	67 66	62
250M	93 94	93 94.5	92	92.4	15	16	5 6	6 5	17	20	76	66	61	74 75	67 68	62 64
280S	93.5	95	93.2	94.2	23	8	5	6	18	18	78	68	61	80	70	66
280M	93.5 94.5	95	93.7	94.3	20	8	6	6	11	12	78	68	61	80	70	66
315S	94.3	94.5	93.5	94	25	11	11	7	11	25	80	70	64	80	73	72
315M	94.4	94.9	94.2	95.5	20	8	7	7	17	10	80	70	64	80	73	72
315L	95.4	95	94.5 95	95.4 95.6	18 13	14 10	7	7	10	20 10	80	70	64	80	73	72
355S	94.8	95.6					6	6			82	75	71	83	83	75
355M	95	95.8	95.2 95.4	95.7 96.3			6	6	9 8	8 15	82	75	71	83	83	75
355L	95.5	96	95.2 95.4	95.7 96.3	25 14	10 12	6	6	9 8	8 5	82	75	71	83	83	75
400M	95.5	96	95.6	96.4 96.5			6	6	8	12 11	84	78	75	83	83	75
400L			95.7	96.4 96.5	9 13	22 13			8	12 11	84	78	75	83	83	75
450											79	82	80			

附表 2-11C　主要国家防爆电动机的型谱及主要技术数据(6kV、F 级、隔爆型)

技术指标	功率/kW								质量/kg							
国家公司	德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙・施奈特		比利时 ACEC		德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙・施奈特		比利时 ACEC	
系列	DHS		BAO2		FAC TAC		AKG2 ATG2		DHS		BAO2		FAC TAC		AKG2 ATG2	
机座号 \ 极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
355	—	—	—	—	—	—	150	—							1420	
	—	—	—	—	180	160	185	150					1730	1770	1530	1670
	160	160	—	—	200	200	220	185	1600	1600			1790	1880	1620	1820
	—	—	—	—	220	220	250	220					1910	1970	1710	1930
	200	200	—	—	290	270	280	250	1800	1800			2070	2110	1770	2050
400	—	—	—	—	—	—	315	300							2400	2580
	—	—	—	—	—	—	375	335							2530	2700
	250	250	—	—	400	355	425	375	2400	2600			2630	2580	2640	2830
	—	—	—	—	—	—	475	400							2700	2930
	315	315	—	—	450	450	500	425	2700	2900			2870	2870	2760	2980
450	—	—	200	200	—	—	—	—			1620	1900				
	355	355	250	250	—	—	—	—	3200	3200	1850	2050				
	400	400	—	—	—	—	—	—	3400	3300						
	450	450	315	315	560	560	—	—	3600	3500	2060	2500	3660	3460		
	500	500	400	400	—	630	—	—	3800	3700	2480	2750		3760		
500	—	—	—	—	—	—	560	500							3300	3300
	560	560	—	—	—	—	670	600	4400	4600					3450	3500

（续）

技术指标	功率/kW								质量/kg							
国家公司	德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙·施奈特		比利时 ACEC		德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙·施奈特		比利时 ACEC	
系列	DHS		BAO2		FAC TAC		AKG2 ATG2		DHS		BAO2		FAC TAC		AKG2 ATG2	
机座号 \ 极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
500	—	—	—	—	—	—	—	—								
	630	630	—	—	—	—	800	710	4600	4800					3600	3800
560	—	—	—	500	550	420	950	950				3000	4725	4100	4400	4700
	710	710	—	630		480	1120	1120	6200	6500		3400		4200	4750	5050
	—	—	—	800	625	560	—	—				4000	5100	4500		
	800	800	—	1000			1290	1260	6800	6800		4900			5100	5400
630	—	—	—	1250	750	680	1425	1450				6200	5500	4750	6050	6200
	—	—	—	1600	850	790	1700	1670				7100	6000	5200	6450	6600
	—	—	—	2000	950	900	1930	1850				8000	6300	5500	6850	7050
710					950								6800			
					1150	1000							7300	6550		
					1300								8000			
					1450	1150							8600	7100		
					1650	1300							9200	7800		
800					1900	1500							11600	9800		
					2200	1700							12500	10400		
					2500	2000							13600	11000		

（续）

技术指标 / 国家公司 / 系列 / 极数 / 机座号	效率(%)						cosφ						噪声(升压级)dB(A)			
	德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙·施奈特		德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙·施奈特		法国 日蒙·施奈特			
	DHS		BAO2		FAC TAC		DHS		BAO2		FAC TAC		FAC、TAC			
	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	6	8
355																
				91.5	91.5						0.91	0.89	91	86		
	94.4	94.1			92	92	0.92	0.87			0.91	0.89	91	86	83	
					92.8	93.5					0.91	0.89	91	86	83	
	94.8	94.5			94	93.5	0.93	0.87			0.90	0.89	91	86	83	77
400																
	95.2	95			94	94.5	0.92	0.86			0.90	0.87	90	86	84	82
	95.6	95.2			94.5	94.8	0.93	0.86			0.90	0.87	90	86	84	82
450			94.1	93.5					0.89	0.88						
	95.9	95.1	94.3	94.0			0.92	0.89	0.90	0.88						
	96	95.2					0.92	0.90								
	96.2	95.4	94.4	94.5	95	95.5	0.93	0.90	0.91	0.89	0.90	0.87	91	86	84	82
	96.3	95.5	94.4	94.9		96	0.93	0.90	0.91	0.89		0.90		86	84	82
500																
	96.2	95.7					0.93	0.91								

（续）

技术指标 / 国家公司 / 系列 / 极数 / 机座号	效率(%)						cosφ						噪声(升压级)dB(A)			
国家公司	德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙·施奈特		德国 Loher		俄罗斯		法国 日蒙·施奈特		法国 日蒙·施奈特			
系列	DHS		BAO2		FAC TAC		DHS		BAO2		FAC TAC		FAC、TAC			
极数	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	6	8
500																
	96.3	95.8					0.93	0.92								
560				94.5	94.4	94				0.90	0.92	0.89	86			
	96.2	95.9		95.0		94.5	0.93	0.92		0.90		0.89				
				95.3	94.8	94.7				0.90	0.93	0.90	86			
	96.3	96		95.6			0.93	0.91		0.90						
630				95.5	94.8	95				0.91	0.90	0.90	87			
				95.9	95	94.7				0.91	0.90	0.90	87			
				96.2	95	94.9				0.91	0.90	0.90	87			
710					95						0.90		89			
					95	95					0.90	0.90	89			
					95						0.90		89			
					95	95.4					0.90	0.91	91			
					95	95.5					0.90	0.91	91			
800					95.1	94.8					0.92	0.91	95			
					95.2	95					0.92	0.91	95			
					95.3	95.2					0.92	0.91	95			

注：▬(粗线)以上的冷却方式为 IC0141；以下为 IC0151

附表 2-11D　主要国家防爆电动机的型谱及主要技术数据(高压、F 级、增安型、T3)

国家公司	德 国 西 门 子 (Siemens)																									
系列	1MA1,6kV																									
参数	功率/kW						功率/kW		质量/kg		效率(%)		cosφ		T_{st}/T_N		I_{st}/I_N		T_m/T_N		t_B/s		J_m /(kg·m²)		噪声(升压级) dB(A)	
极数 / 机座号	2	4	6	8	10	12	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
280	45	45	—	—	—	—																				
	55	55	37	—	—	—																				
315	75	75	55	45	—	—																				
	90	90	65	55	—	—																				
355	—	—	—	—	—	—	160	175	1500	1500	94.1	94.6	0.89	0.86	0.80	0.75	5.2	5.2	2.1	2.1	10	13	2.1	2.9	77	75
	110	110	75	65	—	—	200	235	1600	1700	94.7	95.3	0.89	0.85	0.80	0.80	5.2	5.4	2.1	2.2	10	11	2.5	3.8	77	75
	132	132	90	75	—	—	230	290	1700	1900	95.1	95.5	0.89	0.85	0.80	0.80	5.3	5.4	2.1	2.2	9	11	3.0	4.9	77	75
400	—	—	—	—	—	—	265	315	2200	2300	94.7	95.7	0.90	0.86	0.85	0.75	5.3	5.2	2.1	2.1	9	10	4.2	5.8	79	77
	160	160	132	110	65	55	305	365	2300	2400	95.0	95.9	0.90	0.86	0.85	0.75	5.3	5.2	2.1	2.1	9	10	4.7	6.7	79	77
	200	200	160	132	75	65	355	440	2400	2600	95.4	96.1	0.89	0.86	0.85	0.75	5.2	5.4	2.0	2.1	9	9	5.3	7.8	79	77
450	—	—	—	—	—	—	425	490	3200	3300	95.6	96.1	0.92	0.86	0.65	0.70	5.3	5.1	2.2	2.1	11	9	11.0	11.8	81	79
	250	250	200	160	110	90	500	540	3400	3500	96.0	96.3	0.92	0.86	0.65	0.70	5.5	5.2	2.2	2.1	11	9	12.4	13.1	81	79
	300	300	250	200	132	110	570	610	3600	3700	96.3	96.5	0.92	0.86	0.65	0.70	5.4	5.2	2.2	2.1	10	9	13.6	14.6	81	79
500							650	690	4500	4900	96.0	96.6	0.92	0.86	0.60	0.65	5.3	5.1	2.2	2.0	10	8	17.5	21.5	83	81
							750	780	4700	5200	96.3	96.7	0.92	0.86	0.60	0.65	5.4	5.0	2.2	2.0	10	8	20.0	24.5	83	81
							850	870	5100	5500	96.50	96.9	0.92	0.86	0.60	0.70	5.4	5.2	2.2	2.0	10	8	22.5	27.5	83	81
560							—	1000		6800		96.7		0.89		0.55		5.3		2.2		9		54		83
							—	1100		7000		96.8		0.89		0.55		5.2		2.1		9		59		83
							—	1220		7300		97.0		0.89		0.55		5.3		2.1		9		64		83
							—	1350		7800		97.2		0.89		0.55		5.4		2.2		9		72		83

参考文献

[1] 赵家礼．电动机修理手册[M].2 版北京:机械工业出版社.1992.

[2] GB3836.1~5 爆炸性气体环境用防爆电气设备[S]. 北京:中国标准出版社,1985.

[3] GB3836.13 爆炸性气体环境用电气设备的检修[S]. 北京:中国标准出版社,1998.

[4] GB12476.1 粉尘防爆电气设备[S]. 北京:中国标准出版社,1990.

[5] $ZBK_{04}003$—89 户内、户外防腐防爆异步电动机环境技术要求[S]. 机械电子工业部,1990.

[6] CD90A6—85 化工企业腐蚀环境电力设计技术规定[S]. 化学工业部基本建设局批准,1985.

[7] 杨万青,陈延春．防爆电气产品的使用与维修[M].北京:机械工业出版社,1995.

第三章　潜水电泵与泵用电动机的修理

第一节　潜水电泵与潜水电动机概述

潜水电泵由潜水电动机与潜水泵组装成机组，或由潜水电动机轴伸端直接装上泵部件组成机泵合一的产品，潜入井下水中或江、河、湖泊、海洋水中以及其他场合水中工作。具有体积小、重量轻、起动前不需引水，不受吸程限制，不需另设泵房，安装使用方便、性能可靠、效率高、价格低廉，可节约投资等优点。广泛应用于从井下或江河、湖泊中取水，农业排灌，城市供水，工矿企业给排水，城乡建筑排水，居民生活用水，城市或工厂污水、污物处理，饭店宾馆排污，纺织、印染、造纸、化工等行业浆料输送，养殖场输水排污、粪便处理，矿山给、排水，污水、污物输送以及盐场海水、卤水输送等多种场合使用。

一、潜水电泵的分类

按照潜水电动机供电电源的不同，目前生产的潜水电泵（或潜水电动机）分为交流和直流二大类。其中直流潜水电泵只在一些特殊场合下使用，如用在舰船上或其他特殊场合，生产量和使用场合都较少。大量生产和广泛使用的是潜水异步电泵或潜水异步电动机，现按其不同特性分类如下：

（一）按电源型式或电压等级分类

按潜水异步电泵（以下简称潜水电泵）或潜水异步电动机（以下简称潜水电动机）供电电源的型式和使用电压的高低进行划分。

1. 按潜水电泵和潜水电动机供电电源的相数区分

1）潜水单相电泵和潜水单相电动机　前者为潜水单相异步电动机与泵组合成的潜水电泵，如 QDX 型干式潜水单相电泵，后者如 YQSD 型充水式潜水单相异步电动机。

2）潜水三相电泵和潜水三相电动机　前者由潜水三相异步电动机与泵组合而成，如 QY 型充油式潜水电泵，QS 型充水式潜水电泵和 QW 型潜污水电泵等，后者如 YQSY 型充油式潜水三相异步电动机等。

2. 按潜水电泵和潜水电动机的使用电压等级划分

1）低压潜水电泵和低压潜水异步电动机　潜水电动机的供电电压为 1000V 以下的低压，如单相 110V、220V，三相 127V、380V、660V 几种。低压潜水电泵或低压潜水异步电动机的功率相对较小，一般在 300～400kW 以下。

2）高压潜水电泵和高压潜水异步电动机　潜水电动机的供电电压为 3000V、6000V 或更高的电压，功率一般在 300～400kW 以上，直至 3000kW 或更大，如 QKSG 型矿井用高压潜水电泵、YQSG 型井用充水式高压潜水异步电动机等。

（二）按潜水电动机的内部结构分类

按潜水电动机内部的不同结构型式，可将潜水电泵和潜水电动机分为四种基本的结构型式（见图 3-1）。

1. 干式潜水电动机和干式潜水电泵

干式结构的电动机，内腔充满空气，与陆用电动机相似。轴伸端装有机械密封和橡胶油封，阻止水分和潮气进入电动机内腔。干式潜水电动机与泵组合成一体，成为干式潜水电泵。目前生产的产品主要有 QX 型、QDX 型和 Q 型潜水电泵，QW 型或 WQ 型污水潜水电泵和 QWK 型、QBK 型矿用潜污水电泵。

2. 充油式潜水电动机和充油式潜水电泵

电动机为充油密封结构，内腔充满绝缘润滑油。轴伸端装有机械密封，既防止外部水分和潮气进入电动机内腔，又能阻止机内绝缘润滑油的外泄。有的电动机（如井用充油式潜水电动机）下部装有保压装置，能维持电动机内腔油压大于外部水压。充油式潜水电动机与泵组合成一体，成为充油式潜水电泵。目前生产的产品主要有 YQSY 系列井用充油式潜水三相异步电动机和 QY 型充油式潜水电泵等。

3. 充水式潜水电动机和充水式潜水电泵

电动机内腔充满洁净清水或防锈润滑液（防锈

缓蚀剂）。轴伸端装有橡胶油封或机械密封，防止水中的泥砂杂质进入电动机内腔。充水式潜水电动机与泵组合成一体成为充水式潜水电泵。目前生产的产品主要有 YQS 系列和 YQS2 系列井用充水式潜水三相异步电动机、YQSG 系列高压充水式潜水三相异步电动机、QS 系列充水式潜水电泵和 QKSG 系列大型（高压）潜水电泵等。

4. 屏蔽式潜水电动机和屏蔽式潜水电泵

电动机定子由非磁性不锈钢制作的薄壁屏蔽套、端环和机壳组成的密封室严密封闭，内充绝缘油或固体填充物。转子腔充满洁净清水或防锈润滑液，轴伸端装有机械密封，阻止机内防锈液泄出和外部泥砂杂质进入。屏蔽式潜水电动机与泵组合成一体成为屏蔽式潜水电泵。目前生产的产品主要有 YQSP 型井用屏蔽式潜水三相异步电动机以及供化工、化纤等行业使用的屏蔽电泵等。

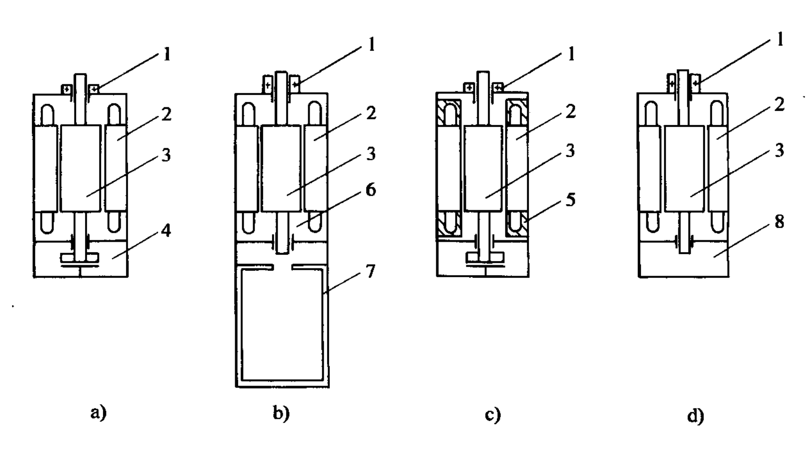


图 3-1 潜水电动机基本结构示意图

a）充水式 b）充油式 c）屏蔽式 d）干式

1—轴封装置 2—定子 3—转子 4—水 5—树脂填充剂

6—绝缘润滑油 7—保压装置 8—空气

（三）按泵与电动机的配置方式分类

1. 按泵与电动机在电泵上、下部的相对位置分

（1）上泵型潜水电泵　泵置于电动机的上方。整个电泵由轴伸向上的立式电动机、进水节、泵和安装连接件（或油室）等组成（图 3-2a）。上泵型潜水电泵的电动机结构主要是充油式和充水式，也可为干式。目前生产的有 Q 型、QY 型和 QS 型等多种型号规格的潜水电泵，主要用于农业排灌，从江河、湖泊取水，井中提水，向高处或远距离输水等，也可作其他用途使用。

（2）下泵型潜水电泵　泵置于电动机的下方。整个电泵由轴伸向下的立式电动机、进水节、泵和安装连接件（或油室）等组成（图 3-2b、c 和 d）。下泵型潜水电泵的电动机结构主要是干式，也有少量电动机采用其他结构。目前生产的主要有 QX 型、QDX 型、QW 型、WQ 型和 QWK 型、QBK 型等多种型号规格。主要用于工矿企业、建筑工地排水、污水处理和城乡居民用水以及农村污水污物输送、养殖场渔池污物清理、矿山采掘面排水排污等。

2. 按电动机在电泵中的装置位置分

（1）外装型潜水电泵　下泵型潜水电泵，在电动机外侧安装出水管作为水流道（图 3-2b），液体直接从泵体接排水管排出，不流过电动机表面。目前国内生产的 QX 型和 QDX 型下泵型潜水电泵及大部分污水潜水电泵均属于外装型潜水电泵。

（2）内装型潜水电泵　下泵型潜水电泵，在电动机机座外面另有一电泵外壳将其包围起来（电动机机座和电泵外壳也可做成一体，成环形结构），其上安装电泵的出水罩（或出水节）（图 3-2c）。液体流经电泵外壳与电动机机座之间的环形空间向上流动，直接冷却电动机机座表面，经出水罩流出。内装型潜水电泵的电动机冷却效果好，在要求大面积地面疏干的场合，长时间使用效果良好，可靠性较高。

（3）半内装型潜水电泵　下泵型潜水电泵，泵出水管经过电动机机壳的部分与电动机机壳连成一体（图 3-2d）。液体流经电动机机壳的部分表面向上流动，对电动机起一定的冷却作用。当电动机露出水面工作时，其散热条件优于外装型潜水电泵。

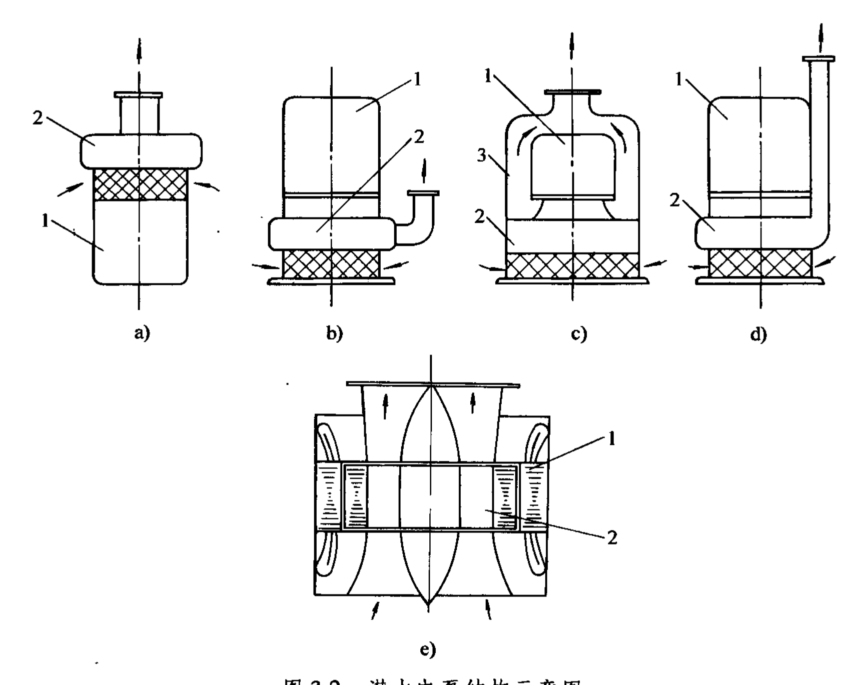


图 3-2 潜水电泵结构示意图

a）外装式上泵型 b）外装式下泵型 c）内装式下泵型 d）半内装式下泵型 e）贯流型

1—电动机 2—泵 3—外壳

（4）贯流型潜水电泵 电动机位于电泵外部、泵叶轮装在电动机转子内部，两者成为一体，泵输送的水流流经转子内壁冷却转子（图 3-2e）。

（四）按潜水电泵的用途分类

（1）井用潜水电泵 由井用潜水三相或单相异步电动机与井用潜水泵组成，潜入井下水中工作，用于抽吸地下水或向高处或远距离输水的潜水电泵。井用潜水电泵的外径尺寸受到它所安装的井的直径的严格限制，电动机和泵都很细长。在同一井径中使用的同机座号电泵功率的增加或在一定流量下电泵扬程的提高，仅依靠增加电动机的长度和泵的级数来达到。井用潜水电泵的功率为 0.37 ~ 220kW，流量为 2 ~ 500m³/h、扬程 14 ~ 336m。目前生产的产品主要有单相或三相，充水式、充油式及屏蔽式上泵型结构。

（2）清水型潜水电泵 适用于浅水排灌，用于输送清水的潜水电泵。其功率为 0.12 ~ 11kW，流量为 1.5 ~ 250m³/h，扬程 3 ~ 155m。目前生产的主要有 QY 型、Q 型、QS 型及 QX 型、QDX 型等几种，单相或三相，充油式、充水式或干式，上泵型或下泵型结构。

（3）污水、污物型潜水电泵 适用于输送含有污物、固体颗粒等的污水用单相或三相潜水电泵。其功率为 0.18 ~ 75kW，流量为 2 ~ 600m³/h。目前生产的有 QW 型和 WQ 型等几种，全部为单相或三相下泵型干式结构。

（4）矿用隔爆型潜水电泵 适用于输送含有污物、煤粉、泥砂等固体颗粒的污水用潜水电泵。其结构主要是干式隔爆型，可在煤矿井下含爆炸性气体的环境中使用。目前生产的主要是 15kW 及以下的规格。矿用潜污水电泵主要采用下泵型结构，也有采用充油式上泵型结构的产品。

（5）轴流潜水电泵 适用于农田水利排灌、城市供水、下水道排水，特别适用于水位涨落很大的江河湖泊沿岸泵站的防洪抗涝，是传统的轴流泵-电动机机组的更新换代产品。其结构主要分贯流型和灯泡型二种。贯流型结构中轴流潜水泵和充水式潜水电动机合而为一；灯泡式结构干式潜水电动机置于轴流潜水泵的上方。轴流潜水电泵的功率从 7.5 ~ 480kW。

（6）矿用、井用高压潜水电泵 主要适用于矿山排水和井中抽水，也可用于城市供水或江河取水，其外径尺寸受井径的限制、较细长，结构主要是充水式上泵型，立式安装使用。功率 280 ~ 2400kW 或更大，电压一般为 6000V。

（7）大型潜水电泵 主要适用于从江河、湖泊取水或城市供水，泵站给水、抗洪排涝，结构主要是充水式上泵型，外径尺寸不受限制，立式安装使用，也可按使用要求做成卧式。电压 6000V 或 380V，功率

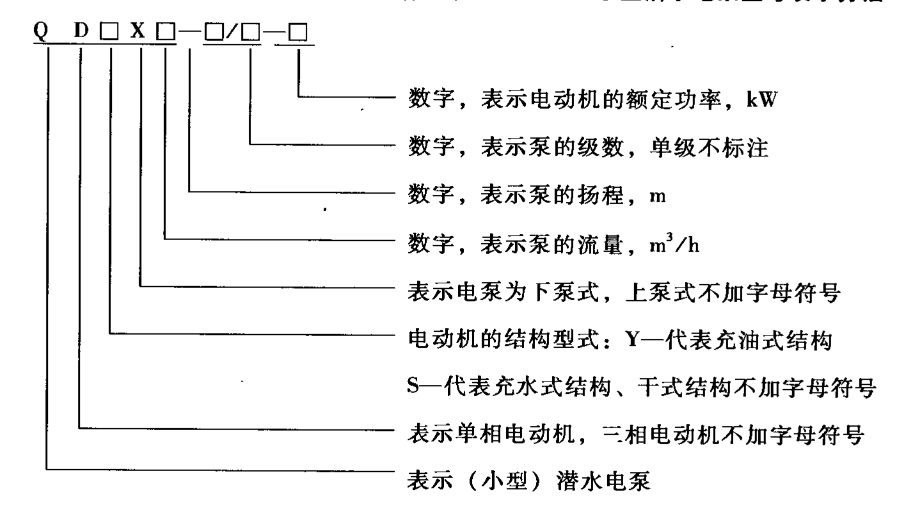
几百千瓦以上。

二、型号及主要系列

（一）型号表示方法

小型潜水电泵、污水污物潜水电泵和矿用潜污水电泵等的型号表示方法均由三部分代号组成，代号之间用短横线分开。第一部分用大写汉语拼音字母表示电泵的型式和基本特征，其后用数字表示电泵的流量；第二、三部分为数字，分别表示电泵的扬程和额定功率。

1. 小型潜水电泵型号表示方法



产品型号举例：

QDX6-10-0.37 表示单相干式下泵型潜水电泵，流量为 $6m^3/h$，扬程 10m，电动机额定功率 0.37kW；

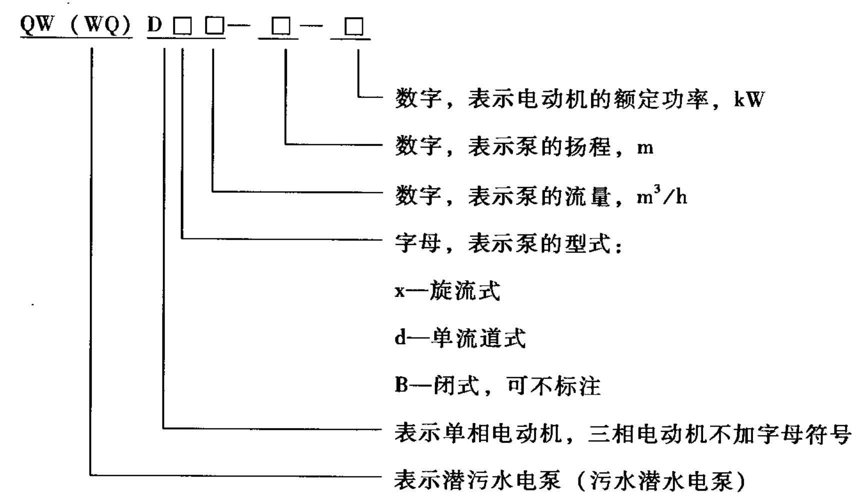
QX15-26-2.2 表示三相干式下泵型潜水电泵，流量为 $15m^3/h$，扬程 26m，电动机额定功率 2.2kW；

Q10-44/2-3 表示三相干式上泵型潜水电泵，流量为 $10m^3/h$，扬程 44m，2 级泵，电动机额定功率 3kW；

QY25-17-2.2 表示三相充油式上泵型潜水电泵，流量为 $25m^3/h$，扬程 17m，电动机额定功率 2.2kW；

QS65-18-5.5 表示三相充水式上泵型潜水电泵，流量为 $65m^3/h$，扬程 18m，电动机额定功率 5.5kW。

2. 潜污水电泵型号表示方法



产品型号举例：

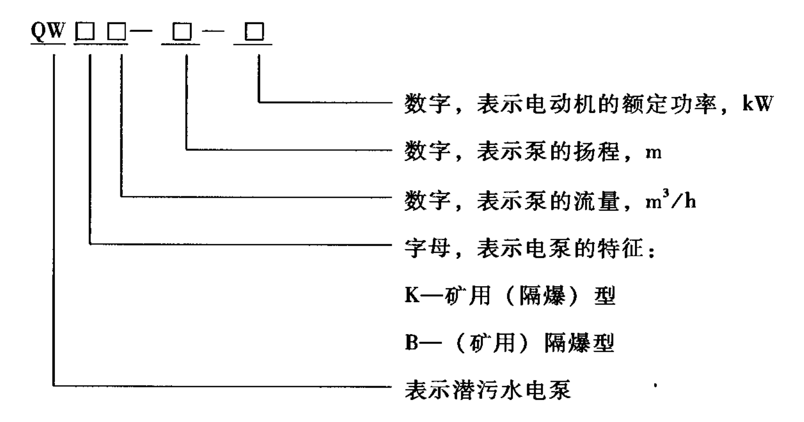
QWX25-15-3 表示三相旋流式潜污水电泵（下泵型），流量 $25m^3/h$，扬程 15m，电动机额定功率 3kW；

WQd50-10-3 表示三相单流道式污水潜水电泵（下泵型），流量为 $50m^3/h$，扬程 10m，电动机额定功率 3kW；

WQ85-25-15 表示三相污水潜水电泵（下泵型），

流量为 85m^3/h，扬程 25m，电动机额定功率 15kW。

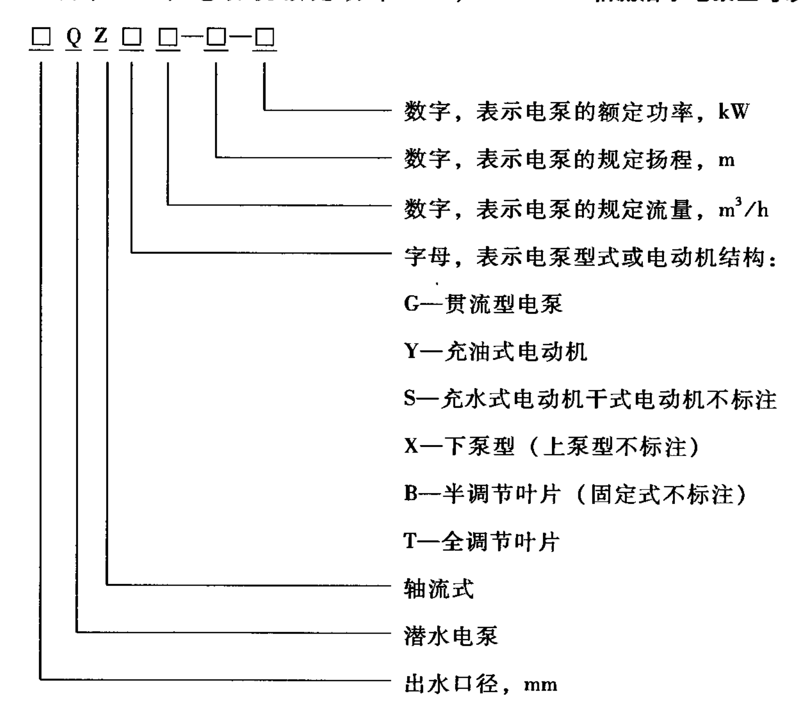
3. 矿用潜污水电泵型号表示方法



产品型号举例：

QWK25-15-3 表示矿用（隔爆型）潜污水电泵，流量 25m^3/h 扬程 15m，电动机额定功率 3kW；QBK50-10-3 表示矿用隔爆型潜水电泵，流量 50m^3/h，扬程 10m，电动机额定功率 3kW。

4. 轴流潜水电泵型号表示方法



产品型号举例：

规定流量 4000m^3/h，规定扬程 6.4m，额定功率 110kW，出水口径 700mm，叶片全调式，电动机为干式结构的下泵型轴流潜水电泵标记为：

700QZXT4000-6.4-110

规定流量 3200m^3/h，规定扬程 6.3m，额定功率 90kW，出水口径 500mm，叶片半调式的贯流型轴流潜水电泵标记为

500QZBG3200-6.3-90

规定流量 800m^3/h，规定扬程 5.4m，额定功率 18.5kW，出水口径 300mm，叶片固定式，电动机为充水式结构的上泵型轴流潜水电泵标记为

300QZS800-5.4-18.5

规定流量 500m^3/h，规定扬程 6.2m，额定功率 13kW，出水口径 250mm，叶片固定式，电动机为充油式结构的上泵型轴流潜水电泵标记为

250QZY500-6.2-13

5. 矿用、井用高压潜水电泵及大型潜水电泵型

号表示方法

QKS□—D—W.□—□—□/□—□

- □（最后）—— 数字，表示泵的级数
- □ —— 数字，表示泵的扬程，m
- □ —— 数字，表示泵的流量，m^3/h
- □ —— 数字，表示电动机的额定功率，kW
- □ —— 表示电泵适用的最小井径(不带吸罩)，mm，卧式安装时不列
- W —— 表示卧式安装，立式安装省略
- D —— 表示单吸自动平衡式，双吸省略
- □ —— 字母，表示电动机电压高低：
  - G—高压
  - D—低压
- S —— 表示充水式电动机
- K —— 表示用于矿、井及江河提水用
- Q —— 表示潜水电泵

产品型号示例：

QKSG850-1200-1450/212-8×2，表示充水式高压双吸潜水电泵，流量 1450m^3/h，扬程 212m，两组各 8 级泵，立式安装，不带吸罩时适用的最小井径为 850mm，额定功率 1200kW；

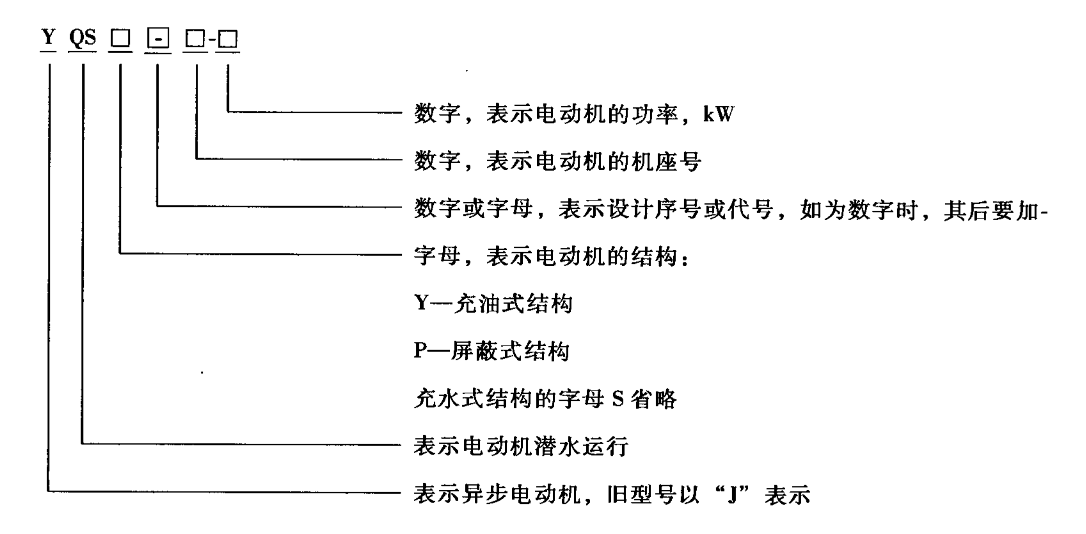
QKSG-D850-1600-725/530-20，表示充水式高压单吸自动平衡式潜水电泵，流量 725m^3/h，扬程 530m，20 级泵，立式安装，不带吸罩时适用的最小井径为 850mm，额定功率 1600kW；

QKSD-W-100-550/38-3×2，表示充水式低压双吸潜水电泵，流量 550m^3/h，扬程 38m，两组各 3 级泵，卧式安装，额定功率 100kW；

QKSG-D-W-560-275/460-12，表示充水式高压单吸自动平衡式潜水电泵，流量 275m^3/h，扬程 460m，12 级泵，卧式安装，额定功率 560kW。

6. 井用潜水电动机产品型号表示方法

由汉语拼音大写字母和阿拉伯数字组成。



产品型号举例：

YQS200-22 或 JQS200-22 表示机座号为 200，功率为 22kW 的井用充水式潜水三相异步电动机；

YQS2-150-4 表示机座号为 150，功率为 4kW，设计序号为 2（改型设计）的井用充水式潜水三相异步电动机；

YQSY250-22 或 JQSY250-22 表示机座号为 250，功率为 22kW 的井用充油式潜水三相异步电动机；

YQSYa250-22 表示机座号为 250，功率为 22kW，设计序号（企业标准代号）为 a 的井用充油式潜水三相异步电动机；

YQSP100-2.2 表示机座号为 100，功率为 2.2kW 的井用屏蔽式潜水三相异步电动机。

（二）主要系列的使用条件与主要技术参数

1. 井用潜水电动机的使用条件、主要系列与规格

（1）使用条件

1）电动机完全潜入水中，其潜入深度不大于 70m；

2）水温不高于 20°C；

3）水中固体物含量（重量百分数）不超过 0.01%；

4）水的酸碱度 pH 值为 6.5～8.5；

5）水中氯离子含量不超过 400mg/L；

6）充水式电动机内腔必须充满清水或其他按制造厂规定配制的水溶液。

在上述规定的使用条件下，电动机平均无故障运行时间一般可达 2500h 以上。当使用条件较恶劣，水中固体物含量、水温或酸碱度等某项指标或多项指标超过规定时，井用潜水电动机的零部件会加速损坏，这时应采取相应的保护措施，以免电动机产生故障，缩短使用寿命。

（2）主要系列与规格

1）YQS 系列和 YQS2 系列充水式电动机、YQSY 系列充油式电动机的主要规格见表 3-1。

2）YQSP 系列屏蔽式电动机目前仅有表 3-1 中 100 机座的各规格。

3）JQS 系列充水式电动机和 JQSY 系列充油式电动机的主要规格见表 3-2，其同步转速均为 3000r/min。

表 3-1　YQS 系列、YQS2 系列和 YQSY 系列电动机主要规格

机座号	最大外径/mm	同步转速/(r/min)	额定功率/kW
100	96	3000	0.55，0.75，1.1，1.5，2.2，3
150	143		3，4，5.5，7.5，9.2，11，13，15，18.5
175	168		3，4，5.5，7.5，9.2，11，13，15，18.5，22，25
200	184		4，5.5，7.5，9.2，11，13，15，18.5，22，25，30，37，45
250	233		11，13，15，18.5，22，25，30，37，45，55，63，75，90，100，110
300	281		37，45，55，63，75，90，110，125，140，160，185，220
350	330	1500	30，45，55，63，75，90，100，110，125，140，160
400	377		90，100，110，125，140，160，185，220

表 3-2　JQS 系列和 JQSY 系列电动机主要规格

电动机型号	适用井径/mm	机壳外径/mm	额定功率/kW
JQS150 JQSY150	150	133	4，6.5，8，10，13
JQS200 JQSY200	200	180	10，17，22，28，34，40
JQS250 JQSY250	250	219	17，28，34，40，50，70
JQS300 JQSY300	300	273	40，50，70，92，115

2. QY 系列、QS 系列和 Q 系列潜水电泵的使用条件、主要规格与技术参数

（1）使用条件

1）主要使用于一般清水，如河水、湖水和井水等场合。

2）水温不超过 40°C；

3）水的 pH 值为 6.5 ~8；

4）水中含砂量或不溶于水的固体杂质的体积比一般不超过 0.024%，最大不超过 1%；

5）电泵潜入水下的深度一般不超过 5m。

在上述规定的使用条件下，电泵的整机平均无故障运行时间一般不低于 2500h。当使用条件如水中含砂量、水的 pH 值超过上述规定时，电泵零部件会加速磨损或锈蚀，从而会降低使用寿命。

（2）主要规格与技术参数　常用的 QY 系列充油式潜水电泵、QS 系列充水式潜水电泵和 Q 系列干式潜水电泵的主要规格和技术参数见表 3-3。

表 3-3　QY 型、Q 型和 QS 型潜水电泵主要规格和技术参数

型号	额定流量 /(m^3/h)	额定扬程 /m	额定功率 /kW	额定转速 /(r/min)	额定电压 /V	额定电流 /A	效率(%)			功率因数	绝缘等级	出水口径 /mm
							泵	电动机	机组			
QY-3.5	100	3.5	2.2	2860	380	5.7	—	72	40	0.82	E	125
QY-7A	65	7							43.5			100
QY-15	25	15							40.5			50
QY-25	15	25							37.5			40
QY-40A	8.4	40							30			25
QY100-3.5-2.2	100	3.5	2.2	2860	380	5.4	66	72	—	0.86	E	125
QY65-7-2.2	65	7					69					100
QY25-17-2.2	25	17					68.5					50
QY15-26-2.2	15	26					58.5					40
QY10-36-2.2	10	36					49					40
QY40-16-3	40	16	3	2860	380	7.2	—	—	51.5	0.86	E	65
QY25-20-3	25	26							47.9			50
QY15-36-3	15	36							40			40
QY12.5-40-3	12.5	40	3	2870	380	7.4	—	—	34	0.86	E	40
QY10-56/2-4	10	56	4	2860	380	9.3	—	—	37.3	0.87	E、B	40
QY15-48/2-4	15	48							43.4			40
QY25-30-4	25	30							46.3			50
QY40-21-4	40	21							51.5			65
QY65-13-4	65	13							53.3			100
QY100-9-4	100	9							51.1			125
QY15-60/2-5.5	15	60	5.5	2860	380	12.6	—	—	41.8	0.87	E、B	40
QY25-40-5.5	25	40							44.8			50
QY40-28-5.5	40	28							51.0			65
QY65-18-5.5	65	18							54			100
QY100-12-5.5	100	12							53.7			125
Q100-3.5-2.2	100	3.5	2.2	2860	380	5.1	66	76	—	0.86	E	125
Q65-7-2.2	65	7					69					100

（续）

型号	额定流量/(m^3/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)			功率因数	绝缘等级	出水口径/mm
							泵	电动机	机组			
Q25-17-2.2	25	17	2.2	2860	380	5.1	68.5	76	—	0.86	E	50
Q15-26-2.2	15	26					58.5					40
Q15-34-3	15	34	3	2860	380	6.7	—	—	42.9	0.87	E、B	40
Q25-24-3	25	24							50.5			50
Q40-16-3	40	16							54.3			65
Q65-10-3	65	10							54.7			100
Q100-6-3	100	6							53.2			125
QS12.5-100-7.5	12.5	100	7.5	2860	380	17.4	39.5	76	—	0.86	—	40
QS25-30-4	25	30	4			9.8	63.5	74	—	0.84	—	50
QS25-56-7.5	25	56	7.5			17.4	56	76	—	0.86	—	50
QS40-20-4	40	20	4			9.8	70.5	74	—	0.84	—	65
QS40-28-5.5	40	28	5.5			13.1	69	75	—	0.85	—	65
QS40-40-7.5	40	40	7.5			17.4	66.5	76	—	0.86	—	65
QS65-13-4	65	13	4			9.8	73	74	—	0.84	—	100
QS65-18-5.5	65	18	5.5			13.1	73	75	—	0.85	—	100
QS100-15-5.5	100	15	7.5			17.4	74.5	76	—	0.86	—	125
QS250-5-5.5	250	5	5.5			13.1	71.5	75	—	0.85	—	150
QS10-32-2.2	10	32	2.2	2860	380	5.4	—	—	36.2	0.83	—	40
QS15-26-2.2	15	26							43.3			40
QS25-17-2.2	25	17							50.3			50
QS40-12-2.2	40	12							51.8			65
QS65-7-2.2	65	7							50.7			100
QS100-4.5-2.2	100	4.5							51.0			125
QS5-120-3	120	5	3	2860	380	7.3	63	72	—	0.86	—	150
QS10-60-3	60	10					70					100
QS15-50-3	50	15					69					80
QS25-25-3	25	25					64					65
QS20-40-4	40	20	4	2860	380	9.5	68	76	—	0.85	—	80
QS30-30-4	30	30					60					65
QS32-25-4	25	32					60					65
QS50-15-4	15	50					60					50
QS32-40-5.5	40	32	5.5	2860	380	13	71	75	—	0.85	—	80
QS18-65-5.5	65	18					73					100
QS30-50-7.5	50	30	7.5	2860	380	17	70	77.5	—	0.86	—	80
QS40-30-7.5	30	40					70					80
QS50-25-7.5	25	50					64					65

（续）

型号	额定流量/(m³/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)			功率因数	绝缘等级	出水口径/mm
							泵	电动机	机组			
QS25-70/2-9.2	25	70	9.2	2860	380	21	—	—	46.9	0.87	—	65
QS40-45-9.2	40	45							48.4			80
QS65-31-9.2	65	31							54.0			100
QS100-21-9.2	100	21							55.5			125
QS160-12.5-9.2	160	12.5							52.5			150

3. QX 型和、QDX 型潜水电泵的使用条件、主要规格与技术参数

（1）使用条件

1）除用于一般清水外，也可用于含有小颗粒固体的含砂水质；

2）水温不超过 40°C；

3）水的 pH 值为 6.5～8；

4）水中含砂量或不溶于水的固体杂质的体积比一般不超过 0.1%，最大不超过 4%；

5）水中所含固体颗粒一般为 0.2mm，最大不超过 7mm；

6）电泵潜入水下的深度一般不超过 5m；

7）允许电动机露出水面运行。

（2）主要规格与技术参数　常用的 QX 系列三相潜水电泵和 QDX 系列单相潜水电泵的主要规格和技术参数见表 3-4。

表 3-4　QX 型和 QDX 型潜水电泵主要规格和技术参数

型号	额定流量/(m³/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)			功率因数	绝缘等级	水口径/mm
							泵	电动机	机组			
QDX3-8-0.18	3	8	0.18	2860	220	2.3	46.5	49	—	0.72	B	25
QDX6-5-0.18	6	5					61					32
QDX10-3.5-0.18	10	3.5					66					40
QDX3-10-0.25	3	10	0.25	2850	220	2.9	43.5	53	—	0.74	B	25
QDX6-7-0.25	6	7					60					32
QDX10-4.5-0.25	10	4.5					66					40
QDX15-3-0.25	15	3					66					40
QDX3-14-0.37	3	14	0.37	2850	220	3.8	39.5	58	—	0.77	B	25
QDX6-10-0.37	6	10					57					32
QDX10-7-0.37	10	7					66					40
QDX15-5-0.37	15	5					69					40
QDX3-18-0.55	3	18	0.55	2850	220	5.2	36	61	—	0.79	B	25
QDX6-14-0.55	6	14					53					32
QDX10-10-0.55	10	10					64.5					40
QDX15-7-0.55	15	7					69					40
QDX25-4.5-0.55	25	4.5					70					50
QDX3-24-0.75	3	24	0.75	2850	220	6.4	—	—	20.8	0.82	B	25
QDX6-18-0.75	6	18							31.5			32

（续）

型号	额定流量 /(m³/h)	额定扬程 /m	额定功率 /kW	额定转速 /(r/min)	额定电压 /V	额定电流 /A	效率(%)			功率因数	绝缘等级	水口径 /mm
							泵	电动机	机组			
QDX10-13-0.75	10	13	0.75	2850	220	6.4	—	—	39.4	0.82	B	40
QDX15-10-0.75	15	10							43.5			40
QDX25-6-0.75	25	6							45.4			50
QD7.8-6.5J	7.8	6.5	0.4	2820	220	3.9	—	—	19.5	0.74	B	10
QD6-9J	6	9							19.5			15
QD3-15J	3	15							17.5			15
QX6-15J	6	15	0.75	2850	380	2.1	—	—	28.5	0.85	B	25
QX10-10J	10	10										40
QX22-15JZ	22	15	2.2	2870	380	6.5	—	—	37	0.82	E	50
QX120-10JY	120	10	5.5	1440	380	11.5	—	—	50	0.85	B	150
QX10	11	10	0.75	2800	380	2.1	—	—	41	0.84	E	40
QX20	11	20	1.5	2900	380	3.9	—	—	44	0.86	E	40
QX30	12	30	2.2	2900	380	5.5	—	—	45	0.86	E	40
QX3-24-0.75	3	24	0.75	2860	380	2.1	—	—	21.7	0.84	E、B	25
QX6-18-0.75	6	18							33.0			32
QX10-13-0.75	10	13							41.3			40
QX15-10-0.75	15	10							45.5			40
QX25-6-0.75	25	6							47.6			50
QX7.5-25-1.1	7.5	25	1.1	2880	380	2.9	—	—	39	0.85	E	40
QX10-20-1.1	10	20							45			40
QX15-15-1.1	15	15							48			40
QX25-10-1.1	25	10							52			50
QX6-32-1.5	6	32	1.5	2860	380	3.6	—	—	30.9	0.86	EB	32
QX10-24-1.5	10	24							39.6			40
QX15-18-1.5	15	18							46.8			40
QX25-12-1.5	25	12							52.2			50
QX40-8-1.5	40	8							53.6			65
QX10-34-2.2	10	32	2.2	2860	380	5.1	—	—	38.5	0.86	E	40
QX15-26-2.2	15	26							45.2			50
QX25-18-2.2	25	17							52.9			50
QX40-12-2.2	40	12							55.5			65
QX65-7-2.2	65	7							54.4			80
QX6-40-2.2	6	40							29.6			32
QX10-44-3	10	44	3	2860	380	6.7	—	—	36.7	0.87	B	40
QX15-34-3	15	34							44.0			40

（续）

型　　号	额定流量/(m^3/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)			功率因数	绝缘等级	水口径/mm
							泵	电动机	机组			
QX25-24-3	25	24	3	2860	380	6.7	—	—	51.2	0.87	B	50
QX40-16-3	40	16							57.4			65
QX65-10-3	65	10							57.8			80
QX100-6-3	100	6							56.2			100
QX15-45-4	15	45	4	2860	380	8.8	—	—	41.8	0.87	B	40
QX25-30-4	25	30							52.0			50
QX40-21-4	40	21							57.7			65
QX65-13-4	65	13							59.7			80
QX100-9-4	100	9							57.3			100

4. QW 系列和 WQ 系列潜污水电泵的使用条件、主要规格与技术参数

（1）使用条件

1）主要用于输送含有固体颗粒、短纤维和污物等的污水。当泵叶轮带有切割刃口时，也可用于输送含有长纤维的污水。

2）水温不超过 40°C；

3）水的 pH 值一般为 5～9，最大范围为 4～10；

4）水中含砂量或不溶于水的固体颗粒含量的体积比一般不大于 4%，介质密度小于 1100kg/m^3；

5）水中含有较大的固体颗粒，颗粒粒度分为 15mm 以下和 15mm 以上两种；

6）周围空气温度不超过 40°C；

7）海拔不超过 1000m；

8）电泵允许长期潜入水中运行，潜入深度一般不超过 5m；

9）允许电动机露出水面运行。

（2）主要规格与技术参数　常用的 WQ 系列和 QW 系列潜污水电泵的主要规格和技术参数见表 3-5。

表 3-5　QW 型和 WQ 型潜污水电泵主要规格和技术参数

型　　号	额定流量/(m^3/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	功率(%)		功率因数	绝缘等级	出水口径/mm	备注
							泵	电动机				
QW15-30-3	15	30	3	2860	380	6.7	51	78.5	0.87	B	50	
QW25-15-3	25	15					44				50	
QW50-10-3	50	10					60				80	
QW10-45-4	10	45	4			8.8	39	79.5	0.87		40	
QW20-25-4	20	25					47				50	
QW70-10-4	70	10					61				80	
QW30-22-5.5	30	22	5.5			11.7	51	81.5	0.87		50	
QW45-15-5.5	45	15					54				80	
QW20-45-7.5	20	45	7.5			15.7	45	82.5	0.88		50	
QW50-22-7.5	50	22					56				80	
QW120-10-7.5	120	10					62				100	
QW25-50-9.2	25	50	9.2			19.1	44	83	0.88		50	
QW45-30-9.2	45	30					50				80	
QW30-45-11	30	45	11	1450		22.2	47	82.5	0.85		50	
QW70-25-11	70	25					57				80	

（续）

型号	额定流量/(m^3/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	功率(%)		功率因数	绝缘等级	出水口径/mm	备注
							泵	电动机				
WQ2-10-0.25	2	10	0.25			2.9	30	53	0.74		25	
WQ5-5-0.25	5	5	0.25			2.9	38	53	0.74		40	
WQ3-15-0.37	3	15	0.37	2860	220	3.8	38	58	0.77	B	25	
WQ5-7-0.37	5	7	0.37			3.8	38	58	0.77		40	
WQ4-10-0.55	4	10	0.55			5.2	36	61	0.79		40	
WQ10-7-0.75	10	7	0.75			2.0	40	68	0.84		50	
WQ10-10-0.75	10	10	0.75			2.0	40	68	0.84		50	
WQ6-15-1.1	6	15	1.1			2.7	37	71	0.86		50	
WQ10-15-1.5	10	15	1.5			3.6	40	74	0.86		50	
WQ25-7-1.5	25	7	1.5			3.6	49	74	0.86		50	
WQ15-15-2.2	15	15	2.5			5.1	42	76	0.86		50	
WQ25-10-2.2	25	10	2.2			5.1	49	76	0.86		50	
WQ12-25-3	12	25	3	2860	380	6.7	42	78.5	0.87	B	50	
WQ15-30-4	15	30	4			8.8	43	79.5	0.87		50	
WQ32-15-4	32	15	4			8.8	50	79.5	0.87		80	
WQ35-12-5.5	35	12	5.5			11.7	40	81.5	0.88		80	
WQ70-10-5.5	70	10	5.5			11.7	50	81.5	0.88		80	
WQ35-20-7.5	35	20	7.5			15.7	50	82.5	0.88		80	
WQ50-15-7.5	50	15	7.5			15.7	45	82.5	0.88		80	
WQ45-30-11	45	30	11			22.2	52	85.5	0.88		80	
WQ100-10-7.5	100	10	7.5			15.8	57	85	0.85		100	
WQ75-20-11	75	20	11			23.1	55	86	0.84		100	
WQ95-15-11	95	15	11	1450	380	23.1	56	86	0.84	B	100	
WQ155-10-11	155	10	11			23.1	58	86	0.84		150	
WQ85-25-15	85	25	15			30.8	56	87	0.85		100	
WQ200-15-22	200	15	22			43.9	58	88.5	0.86		150	
WQ300-10-22	300	10	22			43.9	59	88.5	0.86		200	
WQ135-30-30	135	30	30			58.9	57	89	0.87		150	
WQ210-20-30	210	20	30	1450	380	58.9	58	89	0.87	B	150	
WQ450-12-30	450	12	30			58.9	65	89	0.87		250	
WQ460-15-45	460	15	45			85.8	66	90.5	0.88		250	
WQ600-20-75	600	20	75			141.5	66	91.5	0.88		250	
WQd50-10-3	50	10	3			6.7	54.8	78.5	0.87		80	
WQB15-30-3	15	30	3	2860	380	6.7	53.1	78.5	0.87	F	40	
WQX25-15-3	25	15	3			6.7	44.5	78.5	0.87		50	

（续）

型　　号	额定流量/(m³/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	功率(%)		功率因数	绝缘等级	出水口径/mm	备注
							泵	电动机				
WQd3-10-0.25	3	10	0.25		220	2.9	34	53	0.74		25	
WQd6-5-0.25	6	5	0.25			2.9	39.2	53	0.74		32	
WQ10-7-0.75	10	7	0.75	2820		2.0	42.6	68	0.84		40	
WQ10-15-1.5	10	15	1.5			3.6	38	74	0.86		40	
WQ15-10-1.5	15	10	1.5			3.6	41	74	0.86		40	
WQ15-15-2.2	15	15	2.2			5.1	41	76	0.86		40	
WQ25-10-2.2	25	10	2.2			5.1	44.5	76	0.86		50	
WQ25-15-3	25	15	3		380	6.7	44.5	78.5	0.87	B	50	
WQ20-22-4	20	22	4			8.8	43	79.5	0.87		50	
WQ75-7-4	75	7	4	2860		8.8	52	79.5	0.87		100	
WQ30-22-5.5	30	22	5.5			11.7	46	81.5	0.88		65	
WQ45-15-5.5	45	15	5.5			11.7	48.8	81.5	0.88		65	
WQ30-32-7.5	30	32	7.5			15.7	46	82.5	0.88		65	
WQ100-10-7.5	100	10	7.5			15.7	54	82.5	0.88		125	
WQ100-22-15	100	22	15			31.7	54	83.5	0.86		125	
WQ300-7-15	300	7	15	1440	380	31.7	59	83.5	0.86	B	200	
WQ125-32-30	125	32	30			60.9	55	86	0.87		125	
WQ400-10-30	400	10	30			60.9	59.8	86	0.87		200	

5. 矿用隔爆型潜污水电泵的使用条件、主要规格和技术参数

（1）使用条件

1）适用于在煤矿井下采掘面或其他矿区作业面输送含有污物、煤粉和泥砂等固体颗粒的污水。

2）煤矿井下含有甲烷和煤尘等爆炸性危险的场所；

3）水中固体颗粒含量的体积比一般不大于2%，最高不大于4%，介质密度不大于1100kg/m³；

4）水温不超过40°C；

5）水的pH值一般为5~9，最大范围为4~10；

6）周围空气温度不超过40°C；

7）海拔不超过1000m。

在上述规定的使用条件下，矿用潜水电泵的平均无故障运行时间一般可达2000h。当使用条件如水的pH值、水温、水中含砂量超过规定时，矿用电泵零部件会加速腐蚀或磨损，电泵的平均无故障运行时间和使用寿命均会相应缩短。

（2）主要规格与技术参数　现有的矿用隔爆型潜污水电泵产品主要是QWK系列、WQK系列、QBK系列和QSK系列几种，其主要规格和技术参数见表3-6。

表3-6　矿用潜污水电泵主要规格和技术参数

型　　号	额定流量/(m³/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)		功率因数	绝缘等级	出水口径/mm	备注
							泵	电动机				
QWK25-15-3	25	15					44				50	
QWK15-30-3	15	30	3	2860	660	3.9	51	78.5	0.87	B、F	50	
QWK50-10-3	50	10					60				80	

（续）

型号	额定流量/(m^3/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)		功率因数	绝缘等级	出水口径/mm	备注
							泵	电动机				
QWK70-10-4	70	10	4	2860	660	5.1	61	79.5	0.87	B、F	80	
QWK20-25-4	20	25					47				50	
QWK10-45-4	10	45					39				40	
QWK45-15-5.5	45	15	5.5			6.7	54	81.5	0.88	B、F	80	
QWK30-22-5.5	30	22					51				50	
QWK20-45-7.5	20	45	7.5			9.0	45	82.5	0.88	B、F	50	
QWK50-22-7.5	50	22					56				80	
QWK120-10-7.5	120	10					62				100	
QWK25-50-9.2	25	50	9.2			11.0	44	83	0.88	B、F	50	
QWK45-30-9.2	45	30					50				80	
QWK70-25-11	70	25	11	1450		13.7	57	82.5	0.85	B、F	80	
QWK30-45-11	30	45					47				50	
WQK10-7-0.75	10	7	0.75	2820	660	1.2	42.6	68	0.84	B	40	
WQK10-15-1.5	10	15	1.5			2.1	38	74	0.86		40	
WQK15-10-1.5	15	10					41				40	
WQK15-15-2.2	15	15	2.2	2860		2.9	41	76	0.86		40	
WQK25-10-2.2	25	10					44.5				50	
WQK25-15-3	25	15	3			3.9	44.5	78.5	0.87		50	
WQK20-22-4	20	22	4			5.1	43	79.5	0.87		50	
WQK75-7-4	75	7					52				100	
WQK30-22-5.5	30	22	5.5			6.7	46	81.5	0.88		65	
WQK45-15-5.5	45	15					48.8				65	
WQK30-32-7.5	30	32	7.5			9.0	46	82.5	0.88		65	
WQK100-10-7.5	100	10					54				125	
WQK300-7-15	300	7	15	1440		18.3	59	83.5	0.86		125	
QSK12.5-75-5.5	12.5	75	5.5	2860	660/380	7.6/13.2	64	75	0.85	—	50	
QSK20-50-5.5	20	50					67				50	
QSK32-30-5.5	32	30					70				65	
QSK50-24-5.5	50	24					74				80	
QSK12.5-100-7.5	12.5	100	7.5			9.6/16.8	64	78	0.86		50	
QSK20-75-7.5	20	75					67				50	
QSK32-45-7.5	32	45					70				65	
QSK50-36-7.5	50	36					74				80	

6. 矿、井用高压潜水电泵与大型潜水电泵的使用条件、主要规格和技术参数

(1) 使用条件

1）适用于矿山排水，也可用于江、湖取水；

2）水中固体物质成分为二氧化硅时，其含量（重量比）应不大于0.1%，如同时带有粉煤，则粉煤含量（重量比）应不大于1%；

3）水温不超过25°C；

4）水的pH值6.5～8.5；

5）水中氯离子含量应不大于400mg/L；

6）电动机内腔应充满清水或按制造厂规定配制的水溶液；

7）电泵应完全潜入水中，最低吸入水位应不低于逆止阀的出口凸缘上平面；

8）安装电泵的实际井径比电泵适用的最小井径大150mm及以上时，电泵应带吸水罩。

（2）主要规格和技术参数　现有的大型潜水电泵产品主要是QKSG系列高压潜水电泵和QKSD系列低压潜水电泵，其主要规格和技术参数见表3-7。

表3-7　大型潜水电泵主要规格和技术参数

<table>
<tr><th>型　　号</th><th>额定流量/(m³/h)</th><th>额定扬程/m</th><th>额定功率/kW</th><th>额定转速/(r/min)</th><th>额定电压/V</th><th>额定电流/A</th><th>泵效率(%)</th><th>电动机效率(%)</th><th>功率因数</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>QKSD800-100-550/38-1×2</td><td rowspan="15">550</td><td>38</td><td>100</td><td rowspan="15">1470</td><td rowspan="2">380</td><td>210</td><td rowspan="2">77</td><td>87</td><td>0.83</td><td rowspan="15"></td></tr>
<tr><td>QKSD800-180-550/76-2×2</td><td>76</td><td>180</td><td>366</td><td rowspan="3">88</td><td rowspan="14">0.85</td></tr>
<tr><td>QKSG800-280-550/115-3×2</td><td>115</td><td>280</td><td rowspan="13">6000</td><td>36.0</td><td rowspan="3">78</td></tr>
<tr><td>QKSG800-400-550/153-4×2</td><td>153</td><td>400</td><td>51.5</td></tr>
<tr><td>QKSG800-450-550/191-5×2</td><td>191</td><td>450</td><td>57.2</td><td rowspan="5">89</td></tr>
<tr><td>QKSG800-560-550/230-6×2</td><td>230</td><td>560</td><td>71.2</td><td rowspan="4">79</td></tr>
<tr><td>QKSG800-630-550/268-7×2</td><td>268</td><td>630</td><td>80.1</td></tr>
<tr><td>QKSG800-710-550/306-8×2</td><td>306</td><td>710</td><td>90.3</td></tr>
<tr><td>QKSG800-800-550/344-9×2</td><td>344</td><td>800</td><td>102</td></tr>
<tr><td>QKSG800-900-550/383-10×2</td><td>383</td><td>900</td><td>113</td><td rowspan="6">80</td><td rowspan="4">90</td></tr>
<tr><td>QKSG800-1000-550/421-11×2</td><td>421</td><td>1000</td><td>126</td></tr>
<tr><td>QKSG800-1120-550/460-12×2</td><td>460</td><td>1120</td><td>141</td></tr>
<tr><td>QKSG800-1200-550/498-13×2</td><td>498</td><td>1200</td><td>151</td></tr>
<tr><td>QKSG800-1400-550/536-14×2</td><td>536</td><td>1400</td><td rowspan="2">174</td><td rowspan="2">91</td></tr>
<tr><td>QKSG800-1400-550/574-15×2</td><td>574</td><td>1400</td></tr>
<tr><td>QKSD850-160-1450/26-1×2</td><td rowspan="12">1450</td><td>26</td><td>160</td><td rowspan="12">1475</td><td>380</td><td>325</td><td rowspan="2">75</td><td rowspan="2">88</td><td rowspan="6">0.85</td><td rowspan="12"></td></tr>
<tr><td>QKSG850-320-1450/53-2×2</td><td>53</td><td>320</td><td rowspan="11">6000</td><td>41.2</td></tr>
<tr><td>QKSG850-450-1450/79-3×2</td><td>79</td><td>450</td><td>57.2</td><td rowspan="3">77</td><td rowspan="3">89</td></tr>
<tr><td>QKSG850-600-1450/106-4×2</td><td>106</td><td>600</td><td>76.3</td></tr>
<tr><td>QKSG850-710-1450/132-5×2</td><td>132</td><td>710</td><td>90.3</td></tr>
<tr><td>QKSG850-900-1450/159-6×2</td><td>159</td><td>900</td><td>113</td><td>78</td><td>90</td></tr>
<tr><td>QKSG850-1000-1450/185-7×2</td><td>185</td><td>1000</td><td>126</td><td rowspan="2">78</td><td rowspan="2">90</td><td rowspan="2">0.85</td></tr>
<tr><td>QKSG850-1200-1450/212-8×2</td><td>212</td><td>1200</td><td>151</td></tr>
<tr><td>QKSG850-1400-1450/238-9×2</td><td>238</td><td>1400</td><td rowspan="2">174</td><td rowspan="4">79</td><td rowspan="4">91</td><td rowspan="4">0.86</td></tr>
<tr><td>QKSG850-1400-1450/265-10×2</td><td>265</td><td>1400</td></tr>
<tr><td>QKSG850-1600-1450/291-11×2</td><td>291</td><td>1600</td><td>197</td></tr>
<tr><td>QKSG850-1800-1450/318-12×2</td><td>318</td><td>1880</td><td>221</td></tr>
<tr><td>QKSD-D850-75-725/26-1</td><td rowspan="2">725</td><td>26</td><td>75</td><td rowspan="2">1475</td><td rowspan="2">380</td><td>158</td><td rowspan="2">73</td><td>87</td><td>0.83</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>QKSD-D850-160-725/53-2</td><td>53</td><td>160</td><td>325</td><td>88</td><td>0.85</td></tr>
</table>

（续）

型　　号	额定流量/(m^3/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	泵效率(%)	电动机效率(%)	功率因数	备注
QKSG-D850-220-725/79-3	725	79	220	1475	6000	28.3	73	88	0.85	
QKSG-D850-320-725/106-4		106	320			41.2				
QKSG-D850-400-725/132-5		132	400			51.5	74			
QKSG-D850-450-725/159-6		159	450			57.2				
QKSG-D850-560-725/185-7		185	560			71.2	75	89		
QKSG-D850-600-725/212-8		212	600			76.3				
QKSG-D850-710-725/238-9		238	710			90.3				
QKSG-D850-710-725/265-10		265	710							
QKSG-D850-800-725/291-11		291	800			102	76			
QKSG-D850-900-725/318-12		318	900			113		90		
QKSG-D850-1000-725/344-13		344	1000			126				
QKSG-D850-1000-725/371-14		371	1000							
QKSG-D850-1200-725/397-15		397	1200			151				
QKSG-D850-1200-725/424-16		424	1200			151				
QKSG-D850-1200-725/450-17		450	1200							
QKSG-D850-1400-725/477-18		477	1400			174		91	0.86	
QKSG-D850-1400-725/503-19		503	1400							
QKSG-D850-1600-725/530-20		530	1600			197				
QKSG-D850-1600-725/556-21		556	1600							
QKSG-D850-1600-725/583-22		583	1600							
QKSD-D800-55-275/38-1	275	38	55	1470	380	116	75	87	0.83	
QKSD-D800-100-275/76-2		76	100			210				
QKSD-D800-150-275/115-3		115	150			316				
QKSD-D800-180-275/153-4		153	180			379				
QKSG-D800-220-275/191-5		191	220		6000	28.3		88	0.85	
QKSG-D800-280-275/230-6		230	280			36.0				
QKSG-D800-320-275/268-7		268	320			41.2				
QKSG-D800-360-275/306-8		306	360			46.3				
QKSG-D800-400-275/344-9		344	400			51.5				
QKSG-D800-450-275/383-10		383	450			57.2		89		
QKSG-D800-500-275/421-11		421	500			63.6				
QKSG-D800-560-275/460-12		460	560			71.2				
QKSG-D800-600-275/498-13		498	600			76.3				
QKSG-D800-630-275/536-14		536	630			80.1	76			
QKSG-D800-710-275/574-15		574	710			90.3				

（续）

型　　号	额定流量 /(m³/h)	额定扬程 /m	额定功率 /kW	额定转速 /(r/min)	额定电压 /V	额定电流 /A	泵效率 (%)	电动机效率 (%)	功率因数	备注
QKSG-D800-710-275/612-16	275	612	710	1470	6000	90.3	76	89	0.85	
QKSG-D800-800-275/651-17		651	800			102				
QKSG-D800-800-275/689-18		689	800							
QKSG-D800-900-275/727-19		727	900			113	77	90		
QKSG-D800-900-275/766-20		766	900							
QKSG-D800-1000-275/804-21		804	1000			126				
QKSG-D800-1000-275/842-22		842	1000							
QKSG-D800-1120-275/880-23		880	1120			141				
QKSG-D800-1120-275/919-24		919	1120							
QKSG-D800-1200-275/957-25		957	1200			151				
QKSG-D800-1200-275/995-26		995	1200							
QKSD-W-100-550/38-1 ×2	550	38	100	1470	380	210	76	87	0.83	
QKSD-W-180-550/76-2 ×2		76	180			370			0.85	
QKSG-W-280-550/115-3 ×2		115	280		6000	36.0		88		
QKSG-W-400-550/153-4 ×2		153	400			51.5	77			
QKSG-W-450-550/191-5 ×2		191	450			57.2		89		
QKSG-W-560-550/230-6 ×2		230	560			71.2				
QKSG-W-630-550/268-7 ×2		268	630			80.1				
QKSD-W-160-1450/26-1 ×2	1450	26	160	1475	380	329	74	87	0.85	
QKSG-W-320-1450/53-2 ×2		53	320		6000	41.2	75	87		
QKSG-W-450-1450/79-3 ×2		79	450			57.2	76	89		
QKSG-W-600-1450/106-4 ×2		106	600			76.3				
QKSD-D-W-75-725/26-1	725	26	75	1475	380	158	73	87	0.83	
QKSD-D-W-160-725/53-2		53	160			325		88	0.85	
QKSG-D-W-220-725/79-3		79	220		6000	28.3				
QKSG-D-W-320-725/106-4		106	320			41.2				
QKSG-D-W-400-725/132-5		132	400			51.5	74			
QKSG-D-W-450-725/159-6		159	450			57.2		89		
QKSG-D-W-560-725/185-7		185	560			71.2	75			
QKSG-D-W-600-725/212-8		212	600			76.3				
QKSD-D-W-55-275/38-1	275	38	55	1470	380	116	74	87	0.83	
QKSD-D-W-100-275/76-2		76	100			210				
QKSD-D-W-150-275/115-3		115	150			316				
QKSD-D-W-180-275/153-4		153	180			370	75		0.85	
QKSG-D-W-220-275/191-5		191	220		6000	28.3		88		

（续）

型号	额定流量/(m³/h)	额定扬程/m	额定功率/kW	额定转速/(r/min)	额定电压/V	额定电流/A	泵效率(%)	电动机效率(%)	功率因数	备注
QKSG-D-W-280-275/230-6	275	230	280	1470	6000	36.0	75	88	0.85	
QKSG-D-W-320-275/268-7		268	320			41.2				
QKSG-D-W-360-275/305-8		306	360			46.3				
QKSG-D-W-400-275/344-9		344	400			51.5				
QKSG-D-W-450-275/383-10		383	450			57.2		89		
QKSG-D-W-500-275/421-11		421	500			63.6				
QKSG-D-W-560-275/460-12		460	660			71.2				
QKSG-D-W-600-275/498-13		498	600			76.3				

7. 轴流潜水电泵的使用条件、主要规格和技术参数

（1）使用条件

1）主要使用于江、河、湖泊等一般清水条件，也可使用于带颗粒性杂质的污水；

2）水温不超过40°C；

3）水的pH值一般为6.5~8；

4）水中含砂量或不溶于水的固体杂质的体积一般不超过0.024%，最大不超过4%；

5）介质密度小于$1.05\times10^3kg/m^3$。

（2）主要规格和技术参数　QZ系列和ZDB系列轴流潜水电泵的主要规格和技术参数见表3-8。

表3-8　轴流潜水电泵主要规格和技术参数

型号	流量/(m³/h)	扬程/m	转速/(r/min)	叶片安装角度	效率(%)	电动机功率/kW	电压/V	出水口径/mm	备注
350ZDB-70	828	4.77	1460	-2°	73	22	380	350	
	957	6.21		0°	78	30			
	1115	6.36		2°	78				
	1314	6.5		4°	78	40			
	554	2.16	980	-2°	70.2	7.5			
	618	2.84		0°	77.4	14			
	756	2.90		2°	76.8				
	882	2.84		4°	77.6	17			
500ZDB-70	1760	7.0	980	-4°	79.6	55	380	500	
	2010	6.43		-2°	80				
	2160	6.3		0°	81.2				
	2560	5.5		2°	82				
	2700	5.6		4°	85				
	1310	3.95	730	-4°	78.4	28			
	1500	3.62		-2°	78.8				
	1610	3.56		0°	80.1				
	1910	3.10		2°	80.9				
	1960	3.52		4°	82				

（续）

型号	流量/（m^3/h）	扬程/m	转速/（r/min）	叶片安装角度	效率（%）	电动机功率/kW	电压/V	出水口径/mm	备注
700ZDB-70	3110	5.17	580	-4°	80	80	380	700	
	3557	4.74		-2°	80.5				
	3320	4.66		0°	81.5				
	4529	4.0		2°	82.3				
	4658	4.6		4°	83.3				
	3908	8.04	730	-4°	81	155			
	4467	7.58		-2°	81.4				
	4795	7.25		0°	82.5				
	5682	6.31		2°	83.5				
	5994	6.43		4°	84.2				
1000ZDB-50	8460	10.5	585	-8°	84.6	400	6000	1000	
	9000	12.0		-6°	86.2				
	9720	12.2		-4°	86.5	480			
	10440	12.5		-2°	86.8				
	11520	12		0°	86.4	(560)			
	12240	12.2		2°	86.4				
700ZDB-80	4968	6.0	730	-4°	83.5	130	380	700	
	5364	6.3		-2°	83.5	155			
	5724	6.5		0°	84				
	6120	6.75		2°	84	180			
	6534	7		4°	84				
900ZDB-70	5800	5.98	480	-4°	82.3	155	380	900	
	6620	5.19		-2°	82.7				
	7200	5.4		0°	83.6				
	8420	4.7		2°	84.4	180	380	900	
	8650	5.33		4°	85.3				
900ZDB-80	7200	4.7	480	-4°	83	155	380	900	
	7632	5		-2°	83				
	8352	5		0°	83.7	180			
	9000	5		2°	83.7				
	9576	5.3		4°	83.7	210			
900ZDB-100	12168	5.9	580	4°	85	250	380	900	
	11412	5.75		2°	85				
	10728	5.5		0°	85				
	9750	5.75		-2°	85				
	9036	5.5		-4°	84.5	210			

（续）

型号	流量 /（m^3/h）	扬程 /m	转速 /（r/min）	叶片安装角度	效率 （%）	电动机功率 /kW	电压 /V	出水口径 /mm	备注
900ZDB-100	8136	5.5	580	−6°	84	210	380	900	
	10080	4	480	4°	85	155			
	9378	4		2°	85				
	8658	4		0°	85				
	8028	3.9		−2°	85	130			
	7488	3.75		−4°	84				
	6894	3.5		−6°	82.5				
200QZ320-11.5-18.5	320	11.45	2860	—	71.5	18.5	380	200	
200QZ320-7.3-11		7.3			72	11			
200QZ320-5.6-7.5		5.6			73	7.5			
250QZ400-8.5-15	400	8.48	2860	—	73	15		250	
250QZ400-6.6-11		6.55			74	11			
250QZ400-5.4-9.2		5.4	1450		72	9.2			
250QZ400-3.4-7.5		3.4			72.5	7.5			
250QZ500-9.8-22	500	9.84	2860	—	74	22		250	
250QZ500-7.6-18.5		7.6			75	18.5			
250QZ500-6.2-13		6.23	1450		73	13			
250QZ500-4.0-9.2		3.98			73.5	9.2			
300QZ630-7.3-22	630	7.27	1450	—	74	22		300	
300QZ630-4.6-13		4.64			74.5	13			
300QZ800-8.5-30	800	8.52			75	30			
300QZ800-5.4-18.5		5.44			75.3	18.5			
300QZ800-3.4-11		3.38			76	11			
300QZ1000-9.9-45	1000	9.89			75.5	45			
300QZ1000-6.3-30		6.31			78	30			
300QZ1000-3.9-18.5		3.93			77	18.5			
350QZ1250-7.3-45	1250	7.33			78.5	45		350	
350QZ1250-4.5-25		4.54			77.5	25			
350QZ1250-3.4-18.5		3.38			78	18.5			

三、井用潜水电动机的典型结构与主要特点

井用潜水电动机共有充水式、充油式、干式和屏蔽式四种。现将各种型式井用潜水电动机的典型结构、主要特点和所用关键零部件的结构与材料介绍如下。

（一）充水式电动机

1. 典型结构与主要特点

电动机为充水密封式结构（图 3-3），内腔充满清水或防锈润滑液（防锈缓蚀剂）。各止口接合面用O型橡胶密封圈或密封胶密封。电动机轴伸端装有橡胶骨架油封4或单端面机械密封5等防砂密封装置，下部装有橡胶调压囊13，用以调节内腔充水因温度或压力变化所引起的体积变化。图 3-3a 为钢板卷焊机壳结构，轴伸端安装橡胶油封或机械密封，适用于功率较小、铁心较短的电动机。b 为钢管机壳结构，

整体刚性较好，适用于功率大、铁心长的电动机。

电动机的定子（包括绕组）7、转子8和轴承均在水中工作。电动机上、下部装有水润滑滑动导轴承6和9，轴下端装有水润滑止推轴承11，用以承受电动机运行时的转子自重和水泵的轴向推力。为了限制水泵起动时转轴向上窜动，装有上止推滑动轴承10。

充水式电动机结构简单，定转子绕组和铁心直接浸在水中，冷却效果好、输出功率大、效率较高。对所安装使用的井水水质不会产生污染，具有足够的可靠性，是井用潜水异步电动机中生产量最多、使用最广泛的一种。

2. 关键零部件的结构与材料

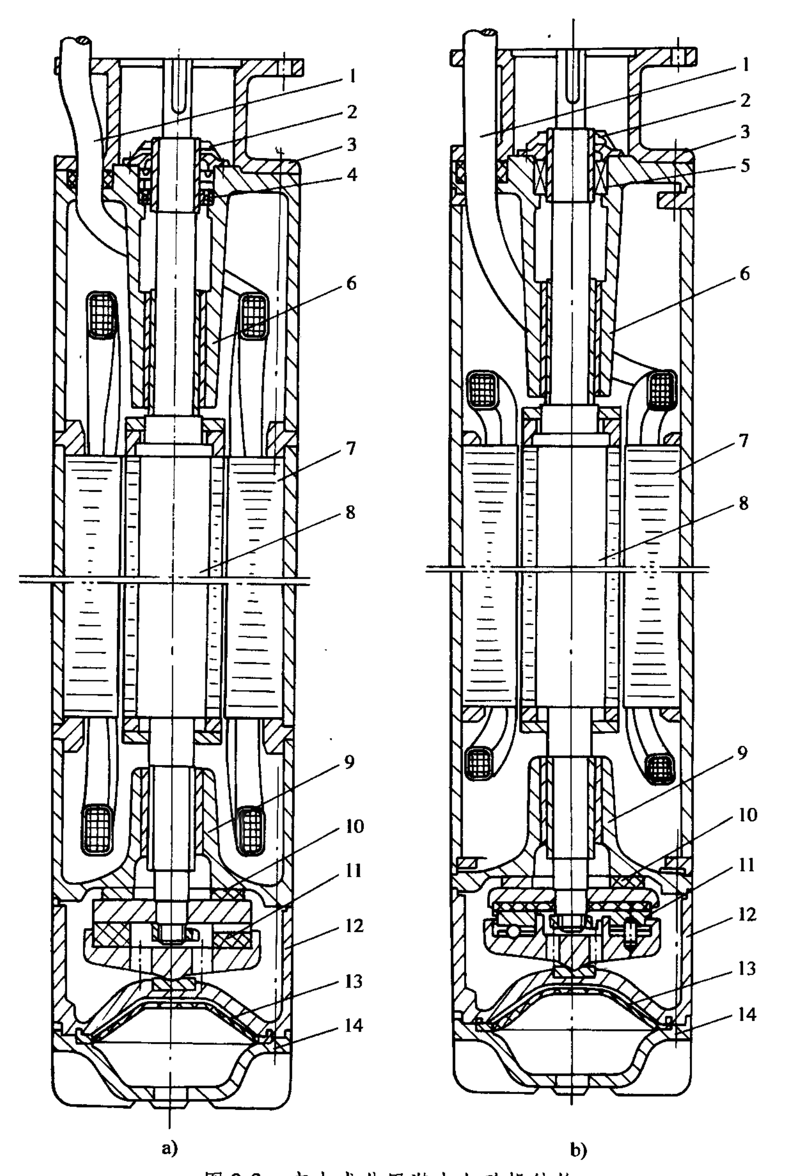


图3-3 充水式井用潜水电动机结构

a）钢板卷焊短机壳、小功率结构

b）钢管长机壳、大功率结构

1—引出电缆 2—甩砂环 3—联接法兰 4—橡胶油封 5—机械密封 6—上导轴承 7—定子 8—转子 9—下导轴承 10—上止推轴承 11—止推轴承 12—底座 13—橡胶调压囊 14—底脚

（1）定子绕组 充水式电动机的定子绕组一般采用SQYN型漆包铜导体聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线、SJYN型绞合铜导体聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线、SV型实心铜导体聚氯乙烯绝缘耐水绕组线、

SJV 型绞合铜导体聚氯乙烯绝缘耐水绕组线和 SYJN 型实心铜导体交联聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线、SJYJN 绞合铜导体交联聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线或类似性能的其他型号耐水绝缘导线制成。这几种耐水绝缘导线具有良好的耐热、耐老化性能和较高的机械强度，绝缘可靠、使用寿命较长。在水中的长期工作温度对 SQYN 型和 SJYN 型聚乙烯绝缘耐水线及 SV 型和 SJV 型聚氯乙烯绝缘耐水线应不超过 70 °C，对 SYJN 型和 SJYJN 型交联聚乙烯绝缘耐水线应不超过 90°C，并可承受 1MPa 的水压。耐水绝缘导线的结构见图 3-4。

为了提高可靠性，减少绕组接头、简化绕组制造工艺，充水式潜水电动机的定子绕组常用整根耐水绝缘导线一相连续绕线或连续穿线。端部可靠包扎，防止绝缘层碰伤。

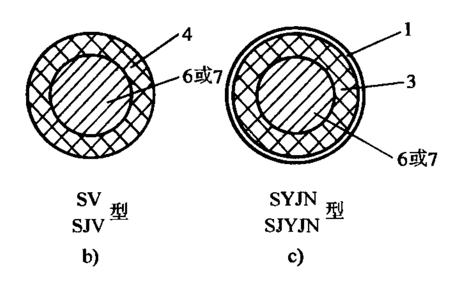


图 3-4　耐水绝缘导线结构

a）聚乙烯绝缘尼龙护套耐水线　b）聚氯乙烯绝缘耐水线　c）交联聚乙烯绝缘尼龙护套耐水线

1—尼龙　2—聚乙烯　3—交联聚乙烯　4—聚氯乙烯　5—漆层　6—铜导体　7—绞合铜导体

（2）接头密封　定子绕组星形连接点、耐水绝缘导线与引出电缆的连接头以及引出电缆与动力电缆的连接头一般采用自粘性胶带主密封层和主绝缘层，外加机械保护层。要求包扎紧密、密封可靠、绝缘良好。

（3）水润滑导轴承　采用自润滑性能优良、抗咬合性良好的铅青铜材料或性能接近的其他材料制作的轴瓦与不锈钢淬硬轴套或镀铬轴颈组成。轴瓦内孔冷却槽为直槽或螺旋槽（图 3-5）。

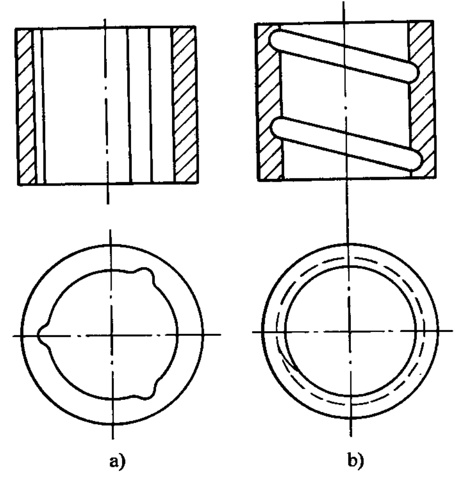


图 3-5　水润滑导轴承冷却槽结构

a）直槽　b）螺旋槽

（4）水润滑止推轴承　以粘度很低的水作为润滑冷却剂，轴承承截面处于边界润滑状态。要求轴承材料具有良好的自润滑性、耐磨性、较低的摩擦系数、承载力高、运转稳定、耐腐蚀性好。结构上应保证充分的冷却和良好的润滑。

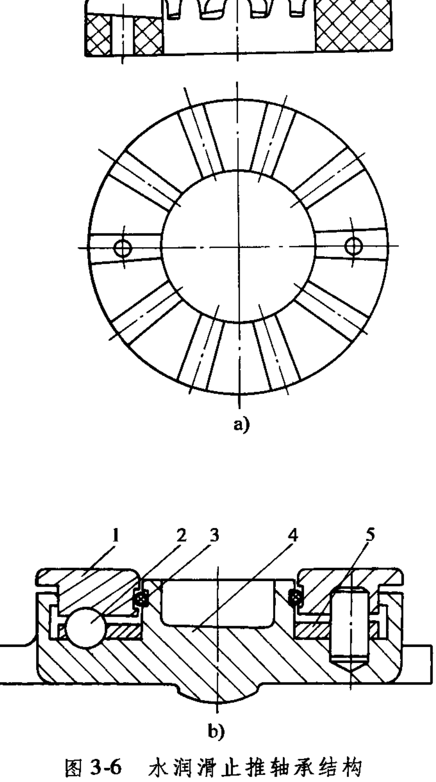


图 3-6　水润滑止推轴承结构

a）整体式　b）分块调心式

1—扇形块　2—钢球　3—O 型密封圈

4—止推轴承座　5—保持架

充水式电动机常用的水润滑止推轴承有二种结构（图 3-6a 和 b）：一种是滑动工作面分块的整体式轴承，另一种是工作面分块的调心式轴承。整体式轴承常用热固性塑料压制或采用石墨浸渍材料制作，与不锈钢淬硬的圆盘配对；分块调心式轴承的扇形块用金属制作，与塑料圆盘配对。

整体式止推轴承制造简单、成本低廉，但承载力相对较低；分块调心式轴承加工复杂，装配要求高，承载力高，适合大功率电动机配高扬程泵使用或特殊要求使用。

（5）轴伸端防砂密封装置　当使用电动机的水质符合技术条件规定，即水中含砂量（重量比）不超过 0.01% 时，充水式电动机轴伸端一般安装橡胶骨架油封（图 3-7a）。它的结构简单、价格低廉，安装维修方便。当井水水质较差时，橡胶骨架油封起不了良好的防砂作用，会使电动机水质恶化，此时应安装单端面机械密封（图 3-7b），防止砂粒杂质进入电动机内腔，从而改善电动机导轴承和止推轴承的运行条件，提高电动机运行可靠性，延长使用寿命。

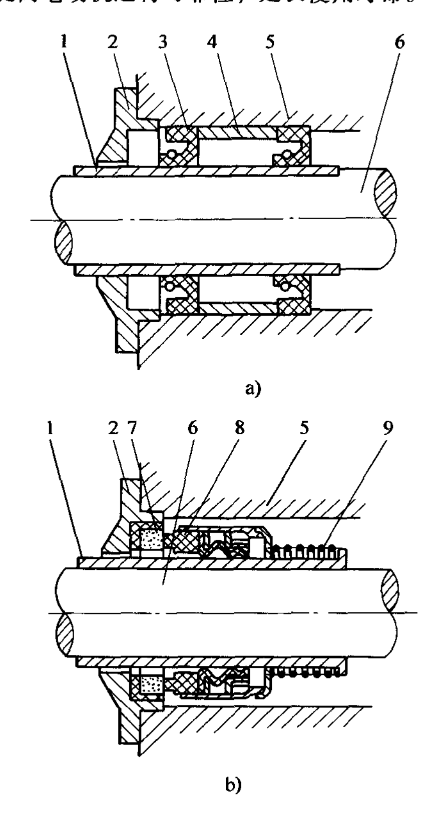


图 3-7　轴伸端密封

a）橡胶骨架油封　b）单端面机械密封

1—轴套　2—压盖　3—油封　4—衬套　5—上导轴承　6—轴　7—静环　8—动环　9—弹簧

（6）零部件的防锈防腐蚀　为了防止水中的腐蚀性介质对电动机零部件的侵蚀和电化学腐蚀，重要的金属零件采用含铬不锈钢制作，紧固件采用镀锌钝化处理，其他金属零部件表面涂耐水防锈涂料。

（二）充油式电动机

1. 典型结构及主要特点

电动机为充油密封结构（图 3-8），内腔充满变压器油或其他种类的绝缘润滑油。各止口配合部位均装有耐油橡胶 O 型圈或涂密封胶密封。轴伸端装有一组单端面或双端面机械密封及甩砂环。电动机下部装有保压装置，用以调节机内所充油液因温度或压力变化造成的体积变化，并维持电动机内腔油压大于外部水压，防止井水侵入电动机内部，造成定子绕组绝缘性能下降。

电动机的定子 10、转子 11 和滚动轴承 12、20 均在油中工作。电动机下部油囊 23 内设有贫油信号装置 21（图 3-8a）或限位开关 22（图 3-8b）。

充油式电动机的结构比充水式复杂，它的使用可靠性主要取决于轴伸端所安装的机械密封的性能和可靠性。当机械密封的泄漏量很小、抗磨性较好时，电动机定子绕组和轴承的工作条件得到较好的保证，电动机的运行可靠性和使用寿命相应得到提高。

2. 关键零部件的结构与材料

（1）机械密封　机械密封是充油式电动机的关键零部件，常用的机械密封结构见图 3-9。YQSY150A 型电动机的机械密封包括以动环、传动套、波纹管、弹簧和传动座组成的动磨块装配和以静环、静圈与螺帽组成的静磨块装配两部分（图 3-9a）。静磨块装配用螺钉固定在端盖上，动磨块装配在轴上，由轴承端面限位，靠销键带动。YQSY200 与 250 型电动机以及 YQSY200B 和 250B 型电动机的机械密封由动磨块（动环）、静磨块（静环）、推块、传动套和弹簧等组成（图 3-9b），动磨块通过销键、传动套由推块带动旋转。静磨块靠防转销制动，动、静磨块 O 型圈借助弹簧推力实现密封。动、静密封环材料均为碳化钨。JQSY 型电动机的机械密封结构见图 3-9c。

（2）定子绕组绝缘结构　充油式电动机的定子绕组用加强绝缘的 QYS 型环氧改性聚酰胺—酰亚胺和聚酯复合耐油、水漆包线或耐油性较好的 QQ 型聚乙烯醇缩醛漆包线绕制，槽绝缘和相间绝缘用厚 0.25 ~0.30mm 的聚酯薄膜聚酯纤维纸复合箔 DMD 或 DMDM，也可外加一层 0.05mm 聚酯薄膜。采用耐油性较佳的 1033 环氧酯漆或 1032 三聚氰胺醇酸漆，真空压力浸漆或沉浸。因 1032 漆固化时间长、能耗高、

绕组防潮性能不良，已逐步改用831环氧快干浸渍树脂或少溶剂无溶剂浸渍漆来提高定子绕组的耐潮绝缘性能，缩短浸渍和烘干时间，提高产品质量。

（3）引出电缆接头密封　为了防止引出电缆外圆和芯线渗油，除用密封圈将电缆引出部位密封外，引出电缆与导线的内接头用环氧胶密封。引出电缆与动力电缆的接头也牢固连接、严格密封，以保证接头的绝缘电阻，提高运行可靠性。

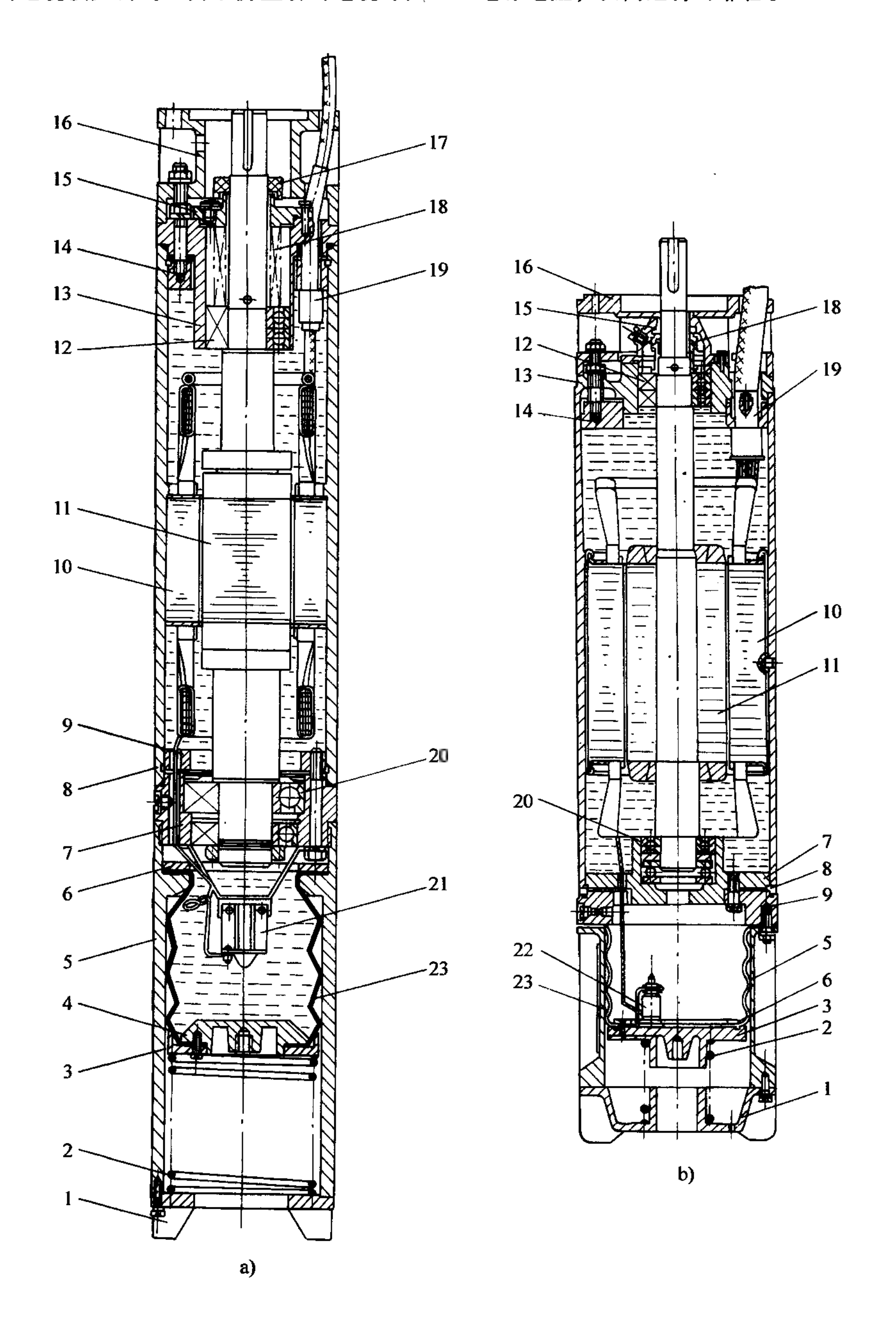
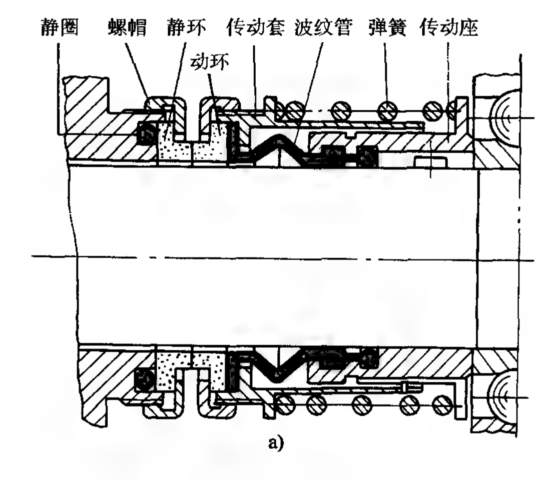


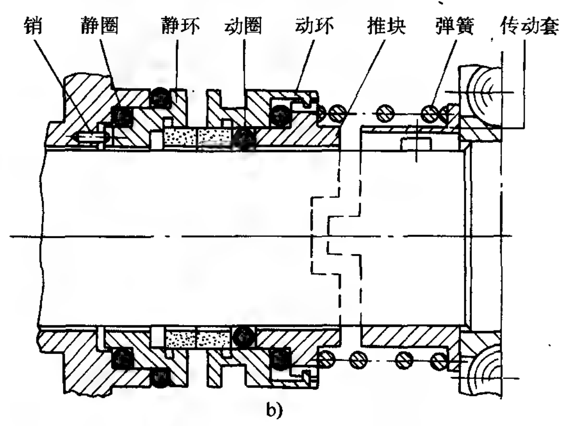
图 3-8　充油式井用潜水电动机结构

a）YQSY系列　b）JQSY系列

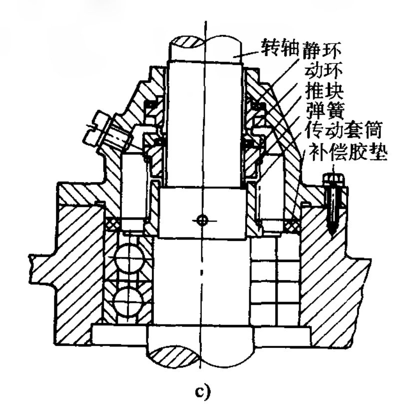
1—底座　2—油压弹簧　3—油囊托盘　4—油囊压盖　5—油囊护套　6—油囊压板　7—下端盖　8—环键　9—下端环　10—定子　11—转子　12—上轴承　13—上端盖　14—上端环　15—密封盖　16—支架　17—甩砂环　18—机械密封　19—电缆接头　20—下轴承　21—贫油触头装配　22—限位开关　23—油囊



a)



b)



c)

图 3-9 充油式电动机机械密封结构

a) YQSY150A 型电动机的机械密封 b) YQSY200 与 250 及 YQSY200B 与 250B 型电动机的机械密封 c) JQSY 型电动机的机械密封

(4) 轴承结构 为了保证充油式电动机机械密封工作的可靠性，要求电动机转子轴向不产生窜动。为此，充油式电动机下部反向安装了两个不同尺寸的角接触球轴承：大轴承外圈窄边朝上安装，承受水泵的向下推力，小轴承外圈窄边朝下安装，承受水泵起动时（或运行中偶而产生）的上窜力。两个轴承用螺母锁紧定位，使轴不能上、下窜动，以保证机械密封动、静磨块在运行中不致脱开，造成油的泄漏和水的渗漏。

(5) 保压结构和贫油保护信号装置 充油式电动机运行时，为了防止井水侵入电动机内部，维持机内油压大于外部水压，同时调节因温度和压力变化造成的油液体积变化，在电动机下部装有保压装置（见图 3-8)。该装置由油囊 23、油囊护套 5、油囊压盖 4 和油压弹簧 2 等组成。电动机总装注油后，弹簧处于压紧状态，油囊中储满了绝缘油。依靠弹簧在油囊中产生的压力维持机内油压。当保压装置正常工作时，只有绝缘油通过机械密封非常缓慢地外泄，而井水则不能反向渗入电动机内腔。这就为电动机定子绕组等主要部件的正常工作创造了良好的条件。

经过一定时间的正常运行或因密封故障等原因造成不正常的油泄漏，使电动机内油量的消耗达到规定限值时，电动机发生“贫油”。这时电动机内油压下降，机械密封内、外将产生油和水的交换，电动机进水，造成绕组绝缘电阻下降，甚至出现短路、烧损等事故。为此，在电动机下部没有贫油信号装置贫油信号接线原理见图 3-10，此时，电源中性点应直接接地。当电动机内油量消耗殆尽时油压弹簧 2 推动油囊压盖 4 与贫油信号触头 21 接触，使信号线与地接通，发出贫油信号，从而使地面控制开关的中间继电器动作，自动切断电源，并发出警报。

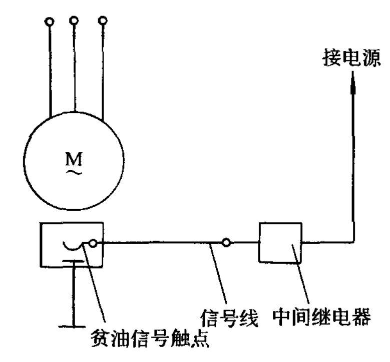


图 3-10 贫油信号接线原理图

(三) 干式电动机

1. 典型结构及主要特点

电动机为全干式结构，内腔充满空气，与普通陆用电动机相似。电动机轴伸端采用双端面机械密封来阻止水分和潮气进入电动机内腔，以保持电动机的正常运行状态。有的干式电动机轴伸向下，电动机下部带有一气室。电动机潜入水中时，形成一气垫结构或

空气密封结构（见图 3-11），阻止井水进入电动机，从而使电动机得到双重保护，可靠性进一步提高。干式电动机的主要特点是：

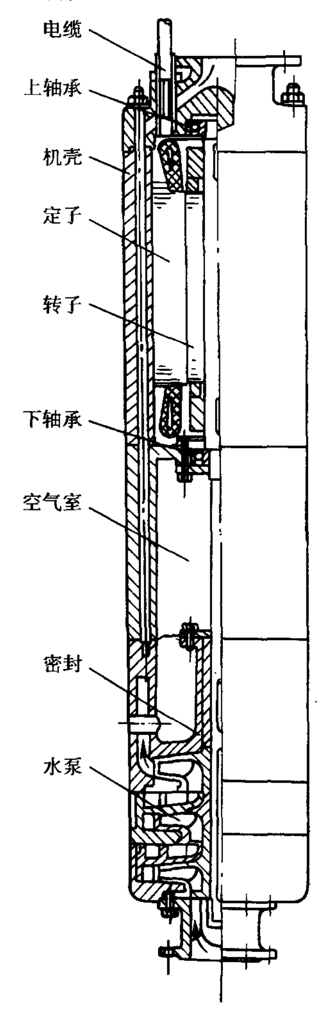


图 3-11　干式井用潜水电动机结构

（1）除绕组绝缘需加强防潮处理外，电动机内部结构及处理与普通陆用电动机相同。电动机效率高，制造较简单（密封件除外），维修也较方便。

（2）密封结构可靠性是影响电动机寿命的关键，密封结构一般比较复杂，制造工艺和安装要求都较高。

（3）当电动机在含砂水质或含其他杂质的液体中工作时，密封寿命会受到相当大的影响，从而影响电动机的使用寿命。

2. 关键零部件的结构与材料简介

（1）轴伸端密封　干式电动机的轴伸端密封主要是端面机械密封或者是组合式密封。机械密封结构与充油式相似，密封环材料主要为碳化钨、碳化硅、氮化硅、氧化铝陶瓷、金属陶瓷、石墨、塑料、金属和其他有机合成材料。

（2）引出线与电缆接头密封　干式、尤其是空气密封式电动机的内腔与电缆相通，电缆与引出线间的密封就显得很重要。一般采用环氧树脂浇注来保证接头的密封性能和良好的绝缘性能。

（3）空气室　干式电动机中的空气密封式结构，靠电动机内部（包括空气室内）的空气来阻止井水的侵入。下井时，电动机内的空气受到水静压的作用而被压缩，潜入深度越深，空气被压缩的体积就越小。为了保证井水不致侵入电动机下端的轴承，必须有较大的空气室。

（4）定子绕组耐潮绝缘结构　干式电动机的定子绕组用环氧漆包线或聚酯漆包线绕制，槽绝缘和相间绝缘用聚酯薄膜聚酯纤维复合箔 DMD 或 DMDM，槽楔常用环氧酚醛层压玻璃布板或竹楔，浸渍漆采用耐潮性良好的 1033 环氧酯漆，真空压力浸漆或沉浸 2～3 次。

（四）屏蔽式电动机

典型结构及主要特点

屏蔽式电动机（见图 3-12）的定子密封结构由机壳、非磁性不锈钢薄壁管制作的屏蔽套和端环组成，为一独立的密封腔，将定子铁心和绕组包封起来，内充绝缘油或固体填充物。转子腔内充满清水或防锈润滑液。电动机上、下部装有径向滑动导轴承，轴下端为轴向止推滑动轴承，电动机转子和轴承均在水中工作。轴伸端安装防砂密封装置，各止口接合面用 O 型橡胶密封圈或密封胶密封。

屏蔽式电动机的特点是，定子为一独立的密封腔，对导线绝缘的耐水性或耐油性要求降低，定子绕组可用普通漆包线制作。转子腔允许进水，对轴伸端密封的防泄漏要求很低，一般只要求防止水中的砂粒和杂物进入电动机内腔。屏蔽式电动机的可靠性一般较高，但定子密封结构较复杂，非磁性不锈钢薄壁管和端环、机壳的装配要求较高，修理较困难。

屏蔽式结构一般用于 100 及 150mm 井径的井用潜水电动机中。国内目前仅用于 100 机座的电动机中。

（1）定子屏蔽与密封结构　机壳用钢管或不锈钢板卷制焊接而成。屏蔽套用厚度 0.15～0.25mm 的非磁性不锈钢薄壁管或非磁性不锈钢薄板卷制焊接而成。定子铁心一般采用外压装，定子绕组下线整形后，压入到机壳内，然后装入屏蔽套和端环，并经充填后成为一个整体。

定子内的填充物采用导热性好、绝缘性能高、具

有良好的弹性，膨胀系数与金属接近的环氧灌注胶或填充剂，采用真空灌注工艺。

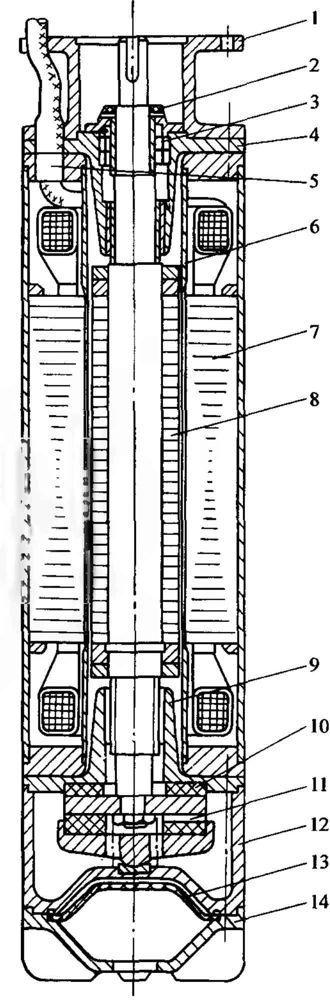


图 3-12 屏蔽式井用潜水电动机结构

1—联接法兰 2—甩砂环 3—防砂密封 4—上导轴承 5—电缆引出装置 6—屏蔽套 7—定子 8—转子 9—下导轴承 10—上止推轴承 11—止推轴承 12—底座 13—橡胶调压囊 14—底脚

（2）电缆与引出线密封结构 为了减小径向尺寸，防止渗漏、便于连接，一般采用接插式结构。引出线插座用热固性塑料压制，经检漏合格。插头用橡胶制造，并用环氧胶密封。插头和插座靠压紧密封。

（3）轴伸端密封 采用骨架式橡胶油封防止电动机内外水质的交换，并加甩砂圈防砂；或采用单端面机械密封防砂。密封环材料见干式电动机密封。

（4）导轴承与止推轴承 均为水润滑滑动轴承，导轴承材料为石墨、金属或塑料，润滑槽常采用螺旋形。止推轴承采用分块自动调心式或整体式，常用不锈钢圆盘与水润滑塑料轴承配对。

四、潜水电泵的典型结构与主要特点

（一）充油式潜水电泵的典型结构与主要特点

1. 充油式潜水电泵总体结构

QY 型充油式潜水电泵为上泵型，其典型结构如图 3-13 所示。电泵的上部为泵部分，由管接头 2、泵体 3、叶轮 4、泵盖 12 和进水节 5 等组成；电泵的下部为立式笼型三相异步电动机，其结构除与普通陆用异步电动机相同的定子、转子和上、下端盖外，在电动机的轴伸端，也即在电动机与泵两部分接合部安装一套整体式双端面机械密封部件。电动机内部充满 N5 ~ 10 号机械油，定子与端盖及出线盒的各止口配合面均装有耐油橡胶 O 型密封圈。这种结构使电动机长期潜入水中时，可保证其定子绕组和轴承能在充满绝缘润滑油的良好环境条件下工作。

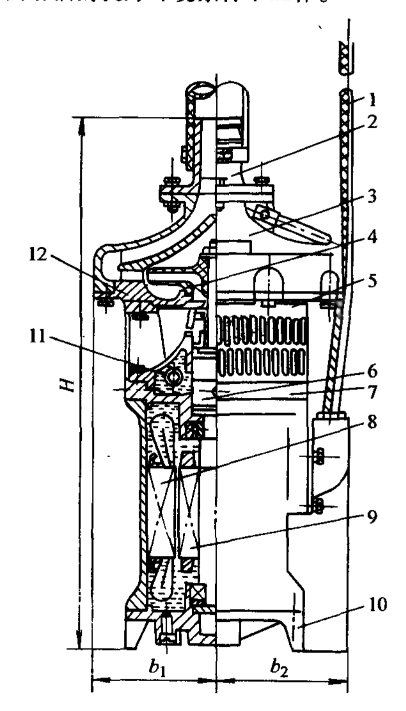


图 3-13 充油式潜水电泵典型结构

1—电缆 2—管接头 3—泵体 4—叶轮 5—进水节 6—机械密封盒 7—上端盖 8—定子 9—转子 10—下端盖 11—橡胶扩张件 12—泵盖

2. 整体式双端面机械密封盒结构

QY2.2 型和 QY3 型整体式双端面机械密封盒结构如图 3-14。整套机械密封盒由二道机械密封组成，密封环端面压力由弹簧压力产生。第一道密封由一对高硬度的耐磨材料，如氧化铝陶瓷或氮化硅等材料制作的密封环

组成，其作用是防止机内油液外泄和机外水浸入，同时能阻止机外水质中所含杂质颗粒的侵入。第二道密封则由不锈钢、铸铁、石墨或塑料等配对组成，主要用以阻止机外水的侵入和机内油液的外泄。

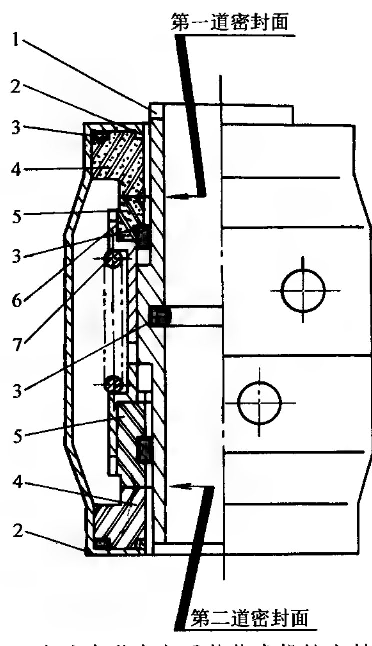


图 3-14 充油式潜水电泵整体式机械密封盒结构
1—轴套 2—密封盒 3—O 型圈 4—静密封环 5—动密封环 6—支座 7—弹簧

充油式潜水电泵的可靠性主要取决于动、静密封件的性能，当机械密封件性能良好、泄漏量很小时，电动机定子绕组和轴承的工作条件较好，运行可靠性较高，使用寿命较长。

（二）干式潜水电泵典型结构及主要特点

干式潜水电泵由干式潜水电动机和潜水泵组合而成，一般设计成下泵结构，用以尽量抽干需排出之水。现以干式外装型下泵式潜水电泵为例，介绍干式潜水电泵的典型结构（图 3-15）。

电泵的上部为一立式笼型异步电动机，其定子、转子和端盖结构与普通立式异步电动机相似，在定子和端盖、上盖的止口配合面装有 O 型密封圈，电缆从上盖引出处用橡胶压紧密封，电动机向下的轴伸端装有单端面或双端面机械密封部件。当电泵潜入水下运行时，整个密封结构可有效地防止外部污水渗入电动机内部，从而保证电动机绕组和轴承等部件的正常工作条件。电泵下部为泵部分，包括泵体 12、叶轮 13、泵盖 14、滤水网 15 和管接头 16 等零部件。电动机上端盖上装有热保护器 17，其热元件紧靠电动机绕组上端部，电流元件串接在三相绕组中。当电泵运行中因各种原因产生过载或电源断相时，热保护器可自动切断绕组电源，使电动机不致损坏。

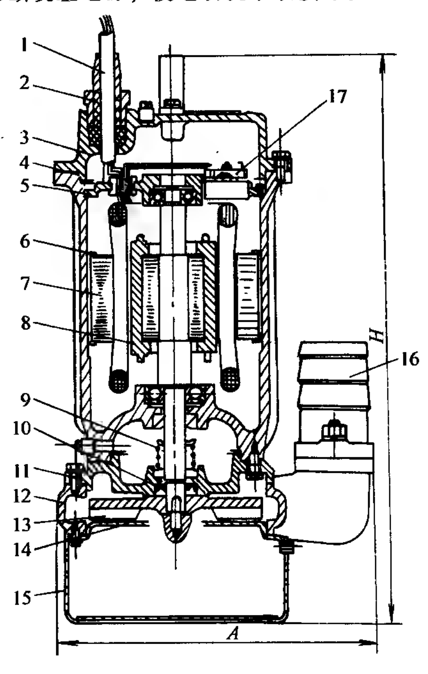


图 3-15 干式外装型潜水电泵典型结构
1—电缆及密封 2—压紧螺母 3—上盖 4—橡胶密封圈 5—上端盖 6—机壳 7—定子 8—转子 9—机械密封 10—橡胶油封 11—油室座 12—泵体 13—叶轮 14—泵盖 15—滤水网 16—管接头 17—热保护器

干式内装型潜水电泵典型结构示于图 3-16。其电动机结构和泵结构与外装型基本相同，区别是内装型电动机的机座、上端盖和下端盖均做成夹层，由泵输送的液体经过环形夹层冷却电动机后，从出水管输出。

干式潜水电泵的可靠性与充油式潜水电泵相似，主要取决于动、静密封件的性能以及电动机绕组绝缘处理的好坏。密封性能可靠，外部水不渗入或少渗入电动机内部（包括油室），电动机整体性能就可靠、寿命较长；电动机潜入水下，机内湿度较高，易产生凝露，定子绕组绝缘防潮处理的好坏也直接影响电动机的运行可靠性和使用寿命。

（三）充水式潜水电泵典型结构及主要特点

QS 型充水式潜水电泵为上泵型，目前大量生产的 QS 型充水式电泵的典型结构见图 3-17。电泵的上部为泵部分，包括叶轮 4、泵体 2、泵盖 3、管接头 1 和进水节 5 等几个零部件；电泵的下部为充水式立式笼型异步电动机，其总体结构与普通立式笼型异步电动机相似，包括定、转子，上、下端盖及滚动轴承支承结构。由于电动机内部充满清水，其定子绕组、转

子和轴承均要在水中工作。定子绕组一般采用SQYN型漆包铜导体聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线，或SV型实心铜导体聚氯乙烯绝缘耐水绕组线制成。滚动轴承处加满不易水解的润滑油脂，两边加橡胶骨架油封（或单端面机械密封），阻止水进入滚动轴承。转子表面和金属零部件表面采用防锈涂料处理，以防止水对金属的腐蚀。

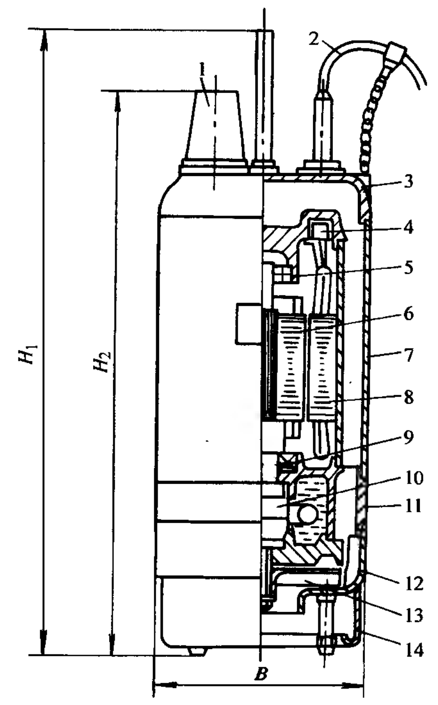


图3-16　干式内装型潜水电泵典型结构

1—管接头　2—电缆　3—上端盖　4—热保护器　5—上轴承　6—转子　7—机壳　8—定子　9—下轴承　10—机械密封　11—下端盖　12—泵体　13—叶轮　14—滤网

充水式潜水电泵结构简单、定子绕组绝缘导线本身具有耐水绝缘特性，轴伸端密封主要起防止水中的砂粒杂质进入电动机内腔的作用，对密封要求降低，但对绕组绝缘导线要求较高，同时对机内零部件和转子表面的防锈防腐蚀处理要求较高；滚动轴承在水包围环境中的使用寿命直接影响充水式电动机的使用可靠性。

（四）矿用潜水电泵典型结构与主要特点

矿用潜水电泵分为两大类：一类是一般排水型；另一类是疏干型。疏干型矿用潜水电泵中的隔爆型潜污水电泵，专用于煤矿井下采掘面排水疏干，能在煤矿井下含有甲烷和煤尘的爆炸性气体环境中安全使用，适用于输送含有污物、煤粉和泥砂等固体颗粒的污水。它的泵过流部分要求有良好的通过性能，不会产生堵塞。它的电动机一般为干式隔爆型结构，机壳为钢管或钢板卷焊结构，其表面一般无散热筋或只有少量散热筋。运行工况除潜入水下排水外，也需在水逐渐排出、水位下降，电机逐渐露出水面，直至排净积水的工况下运行。这种疏干型矿用潜水电泵的电动机散热条件很差。一般排水型矿用潜水电泵始终潜没在水中工作，电动机散热条件较好。

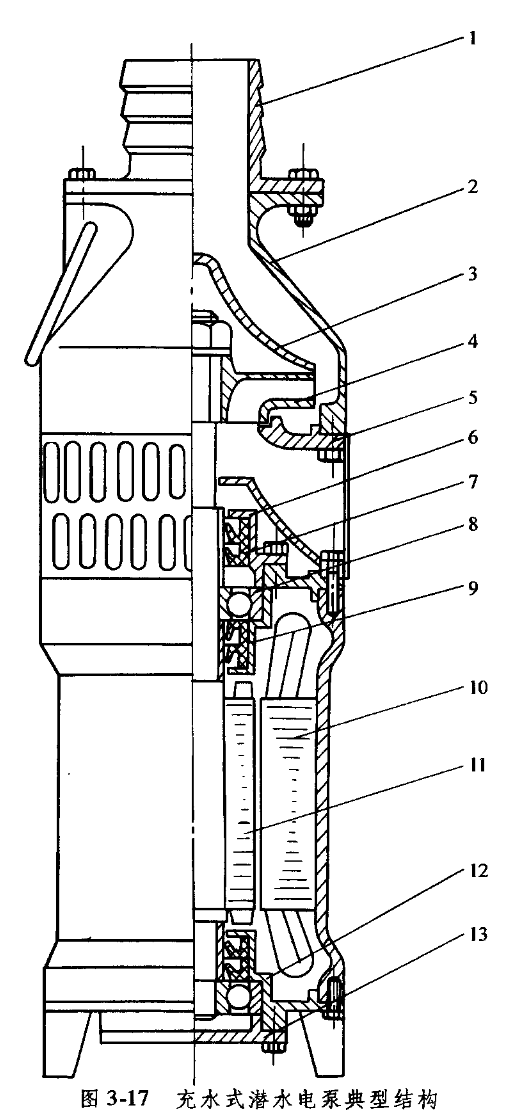


图3-17　充水式潜水电泵典型结构

1—管接头　2—泵体　3—泵盖　4—叶轮　5—泵座（进水节）　6—上轴承盖　7—油封（三处）　8—轴承（二处）　9—上端盖　10—定子　11—转子　12—底座　13—下轴承盖

一般排水型矿用潜水电泵的结构与普通潜水电泵相似。矿用隔爆型潜水电泵的典型结构见图3-18，由干式隔爆型潜水电动机和无堵塞式潜污水泵组成一体。立式笼型异步电动机位于电泵的上部，其定子、转子和端盖结构与立式隔爆型异步电动机相似，定

子、端盖和上轴承盖的止口配合面为隔爆接合面，并装有O型圈密封。上轴承盖处装有隔爆接线板，矿用阻燃电缆从上端盖引出处用橡胶垫圈压紧密封。电机与泵之间有一油室，内装一套双端面机械密封部件。当矿用电泵潜入水下运行时，整个密封结构能有效地防止外部污水杂物进入电机内部，从而保证电动机定子绕组和轴承等部件的正常工作条件。电泵下部为泵部分，包括泵体、旋流式或单流道式叶轮、泵盖、滤水网和管接头等零部件。作为无堵塞式泵，从滤网进入泵体吸入口的颗粒杂物均可通过泵体从出水口排出而不产生堵塞。电动机轴承盖上装有热保护器，其热元件紧靠电动机定子绕组上端部，电流元件串接在三相绕组中。当矿用电泵运行中因各种原因产生过载或电源断相时，热保护器可自动切断绕组电源，使电泵不致因过流而损坏。

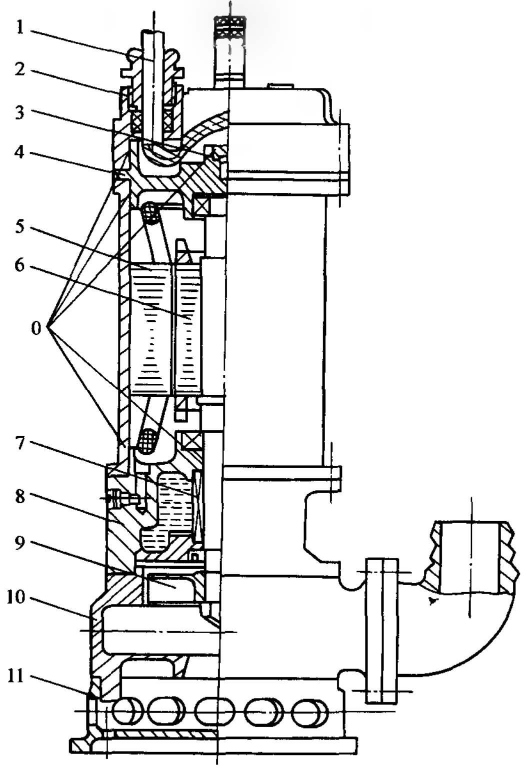


图 3-18　矿用隔爆型潜水电泵结构

1—电缆　2—上端盖　3—接线板　4—轴承盖　5—定子　6—转子　7—机械密封　8—下端盖　9—叶轮　10—泵体　11—泵盖　0—防爆接合面

矿用隔爆型潜水电泵的工作可靠性除与干式潜水电泵有相似之处外，由于它的工作场合的特殊性，电动机各连接止口处及旋转部位的防爆接合面间隙大小，在含砂水质中工作的轴伸端机械密封运行情况均直接影响电泵工作的安全可靠性和使用寿命。

（五）轴流潜水电泵典型结构与主要特点

轴流潜水电泵的结构分为灯泡式和贯流式两种，各具不同的特点。

1. 灯泡式轴流潜水电泵

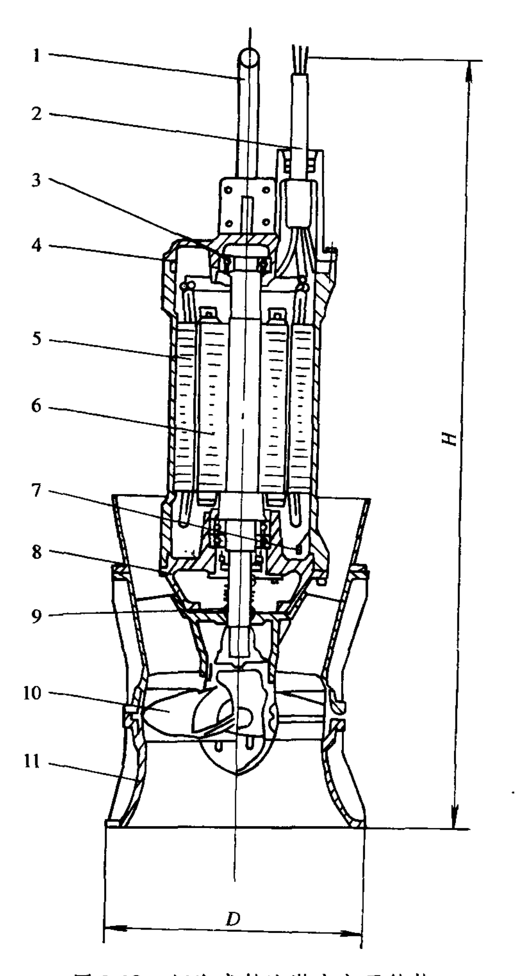


图 3-19　灯泡式轴流潜水电泵结构

1—吊环　2—动力电缆　3—与轴承　4—上端盖　5—定子　6—转子　7—进水检测装置　8—下端盖　9—机械密封与辅助密封　10—叶轮　11—吸入导管

灯泡式轴流潜水电泵的典型结构如图 3-19。潜水电动机置于轴流泵的上方，电动机转子与轴流泵叶轮同轴。电动机为干式结构，采用B级或F级绝缘，轴伸端安装机械密封及辅助密封，防止机外水渗入电动机内部。电动机内部装有进水检测装置及绕组温度保护装置。当因轴伸端密封装置渗漏或因其他原因导致电动机内部进水，或因电动机过载或电泵运行中产生故障，导致定子绕组温度超出允许限度时，进水检测装置或绕组温度保护装置动作，将电动机切断电源，并发出故障警报，从而可减少电动机的损坏，确保电

动机的安全、可靠运行。电动机的总体结构、密封和电缆引出装置与干式潜水电泵相似。

灯泡式轴流潜水电泵效率较高，对环境水温和水质的适应性较广，可适合多种用途使用。

2. 贯流式轴流潜水电泵

贯流式轴流潜水电泵的典型结构见图 3-20。这种电泵的结构比较特殊。扁平的充水式潜水电动机位于电泵的外部，轴流泵位于电动机的内部；轴流泵的叶轮与电动机的笼型转子成为一体，立式安装的轴流泵的上部出水导叶和下部吸入导管与立式潜水电动机的上、下端盖连成一体。整个电泵转子的重量由安装在导叶内的一组轴承承担。电动机定子绕组采用聚乙烯绝缘尼龙护套绕组线或聚氯乙烯绝缘线制作，绕组线与引出电缆采用自粘性胶带包扎密封。包括定子绕组在内的整个电动机直接浸在水中，水流从下向上经过转子内腔，轴承室内部充满润滑油脂，并通过动密封与外部水隔开。

贯流式轴流潜水电泵结构简单，轴向高度低，基本上不存在密封技术问题，尤其适合于双向排水或安装在闸门上使用。

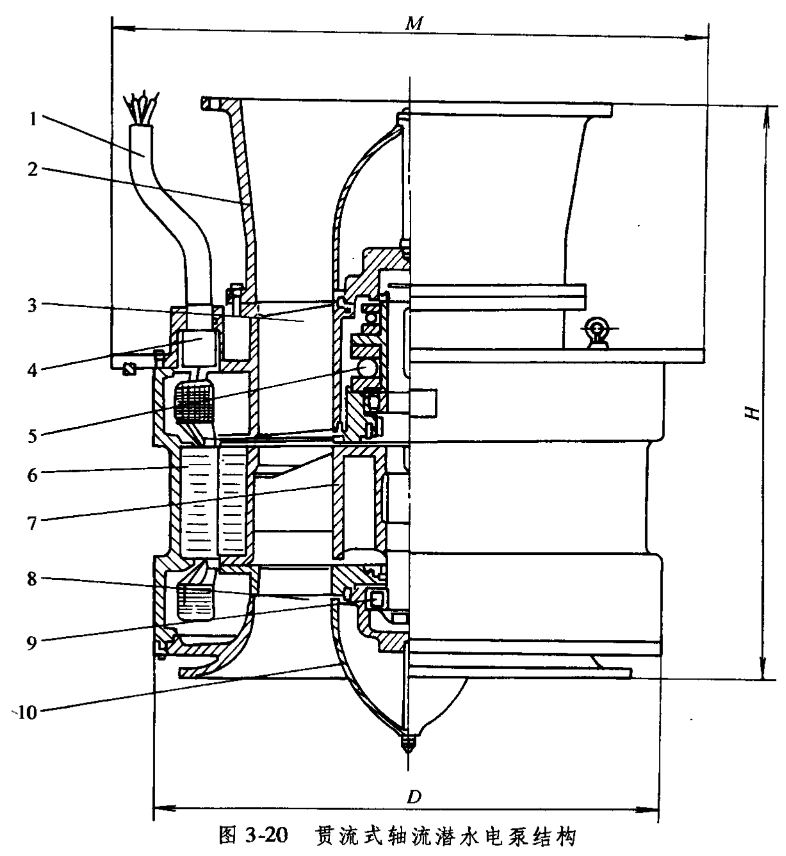


图 3-20 贯流式轴流潜水电泵结构

1—电缆 2—出水管 3—导叶 4—电缆接头 5—轴承室 6—定子 7—内带轴流泵叶轮的转子 8—吸入导管 9—下轴承 10—导水锥

（六）大型潜水电泵典型结构与主要特点

大型潜水电泵的电动机主要有二种结构：一种是配矿、井用高压潜水电泵的细长型立式结构，主要是充水式；另一种是外径尺寸不受限制的立式或卧式结构，可为干式、充水式或充油式。

QKSG 型和 QKSD 型双吸式大型潜水电泵结构示于图 3-21a。电动机为充水密封结构，与充水式井用潜水电动机结构类似。定子绕组采用聚氯乙烯绝缘高压耐水绝缘导线或交联聚乙烯绝缘尼龙护套高压耐水绝缘导线制作，它们的最高使用温度分别为 65°C 和 90°C。耐水绝缘导线相互间的连接及耐水绝缘导线与电缆的连接采用丁基自粘性胶带或性能接近的其他胶带包扎绝缘。水润滑导轴承由石墨浸渍金属材料制作的轴瓦和镀铬轴套或不锈钢淬硬轴套组成，轴瓦上的冷却润滑槽一般为螺旋槽。水润滑止推轴承结构为分块调心式，一般有 16 块扇形轴瓦，每块均可自动调整，使轴承滑动面形成楔形水膜。止推轴承材料为石墨浸渍金属材料，配对材料为不锈钢制作并淬硬的圆盘。上止推轴承结构为整体式。泵有上、下两个吸入

口，两组泵叶轮对称分布，所产生的两个轴向推力方向相反，正好相互平衡。这样，电动机下部的水润滑止推轴承只需承受电动机转子和水泵转动部分的重量，而不需承受水泵运行时所产生的轴向水推力，止推轴承所承受的轴向载荷大大减小，轴承运行条件好转，磨损量减小，寿命延长，电泵运行的总体可靠性也相应得到提高，使用寿命延长。

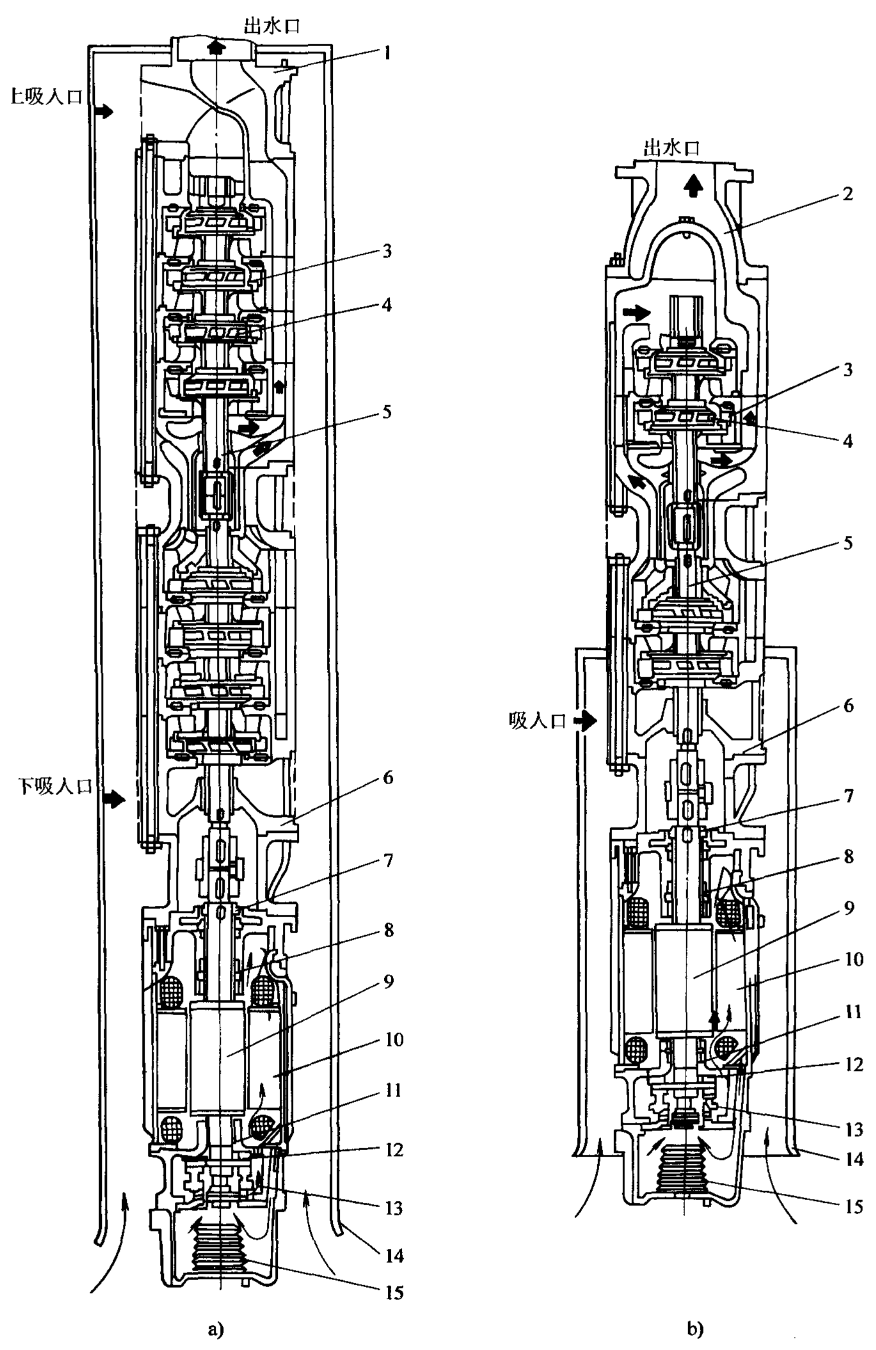


图 3-21　大型潜水电泵典型结构

a）双吸式　b）单吸自动平衡式

1—吸入吐出体　2—出水壳　3—导叶　4—叶轮　5—泵轴　6—下吸入体　7—甩砂环　8—上导轴承　9—转子　10—定子　11—下导轴承　12—上止推轴承　13—止推轴承　14—吸水罩　15—调压囊

QKSG-D 型单吸自动平衡式高压潜水电泵结构示于图 3-21b。电动机结构与双吸式电泵相同，但泵只有下部一个吸入口，叶轮同样分成对称的二组。液体从吸入口经过下部第一组叶轮流出，再从第二组叶轮的泵壳侧面流道到达位于电泵上部的第二组叶轮吸入口，然后经过第二组叶轮到电泵的出水口。水流经过两组叶轮所产生的轴向推力也正好相反，相互自动平衡，达到了双吸式结构同样的目的。

五、井用潜水电动机与潜水泵的合理配套

为了保证井用潜水电动机的运行可靠性和经济性，井用潜水电动机和井用潜水泵以及动力电缆、控制开关应合理配套。

（一）电动机、泵和电缆的合理配套

1. 电动机与泵的合理配套

井用潜水电动机与井用潜水泵的功率应有合理的配套，以保证电动机的可靠和安全运行。除按照泵的额定流量、额定扬程和效率计算出所需的配套轴功率外，还应考虑在泵运行中，由于井水水位的变化，造成泵的运行点发生变化。即泵在一定的流量范围内（如在 0.7～1.2 倍额定流量范围内）运行时，轴功率会发生变化，会超过额定流量时的轴功率。因此，所配电动机的功率应适当增大 K 倍，即

$$P_m = K\frac{HQ}{367.2\eta_P}$$

式中 P_m——所需配套的电动机功率，kW；

Q——泵的额定流量，m^3/h；

H——泵的额定扬程，m；

η_P——泵的效率；

K——配套系数，一般取 $K=1.2$ 左右。

2. 泵额定扬程与实际需要扬程的配套

为了保证电动机和泵的可靠运转，防止过载，泵的额定扬程应与实际需要的扬程相符，即两者应配套。

泵提水时的实际需要扬程

$$H = H_1 + H_2 + H_0$$

式中 H——实际需要的扬程，m；

H_1——井下扬程，即井中动水位至地面的高度，m；

H_2——井上扬程，即地面供水高度，如地面至水塔的高度，m；

H_0——管路系统的损失扬程，m。

按照计算所得的实际需要扬程，可确定泵的额定扬程 H_n。一般应限制 $H_n \ngtr 1.25H$，否则应适当减少叶轮级数

$$\Delta Z = \left(1 - \frac{1.25H}{H_n}\right)Z$$

式中 ΔZ——减少的叶轮数；

Z——泵的总级数（总叶轮数）。

3. 电缆的合理选择

井用潜水电动机配带的动力电缆的规格由电缆的发热和电压降二个因素决定。除需控制一定的电流密度来限制电缆的温升外，电缆的长度越长，电缆的电压降越大，对电动机的起动性能、运行性能及可靠性的影响也越大。因此，对同一台电动机，当配用泵的扬程不同，配带电缆长度不同时，电缆截面也不相同。按照 GB/T 2817—1991《井用潜水泵技术条件》的规定，在水温为 25°C，电流为额定值时，电缆的电压降应不大于额定电压的 5%。由此可求得电源电压为 380V 时，不同功率井用潜水电动机配带一定规格电缆时的最大允许长度（见表 3-9）。当电网供电电压较高又较稳定或供电变压器的容量相对较大、电压又较高、较稳定时，井用潜水电动机所配带同规格电缆的允许长度可视具体情况适当放长（或所配带的电缆截面适当减小，以降低电缆配置费用），此时井用潜水电动机所配带的电缆最大允许长度列于表 3-10。当电动机下井较深，配带电缆长度较长，而变压器供电质量又不佳时，最好能调高变压器的供电电压。

4. 选用实例

某一用户需从一口内径 200mm 的井中取水，送入附近的水塔。所需的平均用水量为 $50m^3/h$。

当泵的出水量为 $50m^3/h$ 时，测得的井中动水位为 92m。

水塔的高度：水塔的上水面至地面的高度为 21m。

（1）所需电泵的选用

泵提水时的实际需要扬程

$$\begin{aligned} H &= H_1 + H_2 + H_0 = 92 + 21 + H_0 \\ &= 113 + H_0 \text{m} > 113\text{m} \end{aligned}$$

管路系统的损失扬程 H_0 与输水管的长度、直径、粗糙度以及弯头、阀门等有关，数值不大，计算较复杂，此例中暂不进行相应的计算，但在选取电泵扬程时需考虑在内。

按照此用户所需的用水量和扬程，查阅有关标准或工厂样本，可查得 200QJ50-130/10 潜水泵较合适，此潜水泵机座号为 200，适合在 200mm 的井中使用，流量为 $50m^3/h$，单级扬程 13m，共 10 级叶轮，总扬程 $H_n=130m$，配套井用电动机功率 30kW。

$$H_n/H = \frac{130}{113} = 1.15 \ngtr 1.25$$

表 3-9 井用潜水电动机配带电缆允许长度 (m)

电机功率/kW	电缆截面/mm^2 4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	2×70
3	390	—									
4	300		—								
5.5	220	330		—							
7.5	160	240									
9.2	130	200	330		—						
11	110	165	275			—					
13		140	250	380			—				
15		120	205	330				—			
18.5			175	260					—		
22			150	240	370					—	
25			130	210	330						—
30				180	280	390					
37					234	315					
45					190	260	370				
55	—					222	310				
63		—				185	265	370			
75			—				225	320			
90				—			190	265	360		
110					—			210	300	380	
125						—			250	320	
140							—	—		285	330
160									—	250	290
185										210	250

表 3-10　供电情况较好时井用潜水电动机配带电缆允许长度　(m)

电动机功率 /kW	电缆截面/mm²											
	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	125	2×70
3	340	—	—									
4	260	420										
5.5	190	310	460	—								
7.5		220	335		—							
9.2		180	280	460								
11		155	230	385		—						
13			195	350			—					
15			168	285	460			—				
18.5				245	360				—			
22				210	336					—		
25				182	294	460					—	—
30				152	250	390						
37	—				200	325	440					
45						265	365					
55		—				220	310	435				
63			—				260	370				
75							220	315	450			
90				—				265	370			
110					—			220	300	420		
125						—			250	350		
140							—			310	400	
160								—	—	270	350	400
185											300	350

较合适，不需减少叶轮级数。

（2）配带动力电缆的合理选择

1）从控制动力电缆的发热情况来选择电缆的规格　200机座30kW井用充水式潜水三相异步电动机在380V额定电压时的额定电流为65.4A，如果使用场合的供电电压有所降低，加上电泵本身的供电电缆较长，电动机的端电压一般均比380V要低，电动机的运行电流要变得更大些。

选用YC型或YCW型橡套软电缆作为动力电缆，在空气中YCW3×10mm^{2}电缆的长期负荷允许载流量为63A左右，略显紧张，如选用YCW3×16mm^{2}电缆则较宽裕。

2）从控制动力电缆的电压降来选择电缆的规格　井中动水位为92m，电泵的安装位置要比动水位适当降低，以及考虑到长期使用中动水位可能存在的下降，电动机安装位置到地面距离应在100m以上，即井下电缆长度不小于100m。地面电缆长度视电泵控制装置距井口距离决定，此处尚需考虑供电电源（如变压器）到电泵控制装置的距离。动力电缆总长度为从供电电源（变压器）到控制装置再到电动机的各电缆长度之和。

本实例中，如采用YCW3×16mm^{2}电缆，总长度不超过180m，电缆的电压降可控制在允许范围之内。如采用YCW3×10mm^{2}电缆，总长度只允许不超过110m，一般来说不太合适。

因此，从电动机配带电缆的发热情况和电压降综合考虑，本例中的电泵以配用YCW3×16mm^{2}电缆较合适，电缆长度按地面安装需要确定，但电缆总长度应控制在180m以内。如供电电源（变压器）离电泵安装井口很远，电缆总长度超过180m以上时，还应考虑再适当增大电缆的直径。

（二）电动机配高扬程潜水泵时的特殊要求

由于井用潜水电动机的止推轴承所设计的结构和使用材料的不同，其所能承受的潜水泵向下推力有所不同，且有一定的限值，见表3-11。

表3-11　电动机止推轴承承载力限值　(kN)

机座号	100	150	175	200	250	300～400
普通型	1.5 (150)	6 (600)	8 (800)	10 (1000)	15 (1500)	22 (2200)
高推力型	2.5 (250)	10 (1000)	13 (1300)	18 (1800)	25 (2500)	36 (3600)

注：括号内的数值为以kgf为单位的承载力近似值。

当与电动机配套的潜水泵的扬程很高时（150～200m或更高时），为了保证电动机的安全可靠运行，应选用具有高推力型止推轴承的电动机，将普通型的整体式止推轴承改为高推力型的分块调心式止推轴承。否则，应在潜水泵上采取减小轴向力的措施，如开平衡孔等，来保证电动机的正常工作条件。

六、潜水电泵的选用

目前国内生产的潜水电泵有几大类、多种型号规格，可适于不同使用条件的需要。在购买潜水电泵前，应根据使用的具体条件，尤其是使用的水质及所需的流量大小、扬程高低来选择合适的电泵。

（一）不同类型潜水电泵的选用

1）用于井中或河流、湖泊等场所取水，一般为清水水质，可优先选用QY型、Q型和QS型等上泵型潜水电泵；

2）用于局部区域排水，水质中含有小颗粒固体杂质，如防汛排涝、建筑施工、养殖场净化等，选用QX型、QDX型等下泵型潜水电泵较合适；

3）当用于输送含有固体颗粒和污物等的污水，尤其是含有大颗粒污物的污水时，应选用污水污物潜水电泵；

4）当用于煤矿等矿区采掘面用来输送含有污物、煤粉等固体颗粒的污水时，必须选用能防爆的隔爆型矿用潜污水电泵，切勿使用一般的潜污水电泵，以免产生爆炸危险。

（二）选用合适规格的潜水电泵

不同规格的潜水电泵有不同的使用范围。任何一台潜水电泵铭牌上所规定的流量和扬程是这台潜水电泵使用的额定点，一般也是使用效率较高的最佳点。使用中的扬程、流量发生变化，潜水电泵的效率和电动机的发热也相应发生变化，对潜水电泵使用的经济性和可靠性有一定影响。当使用的扬程过低（对离心式或混流式水泵）或过高（对轴流式水泵）时，

电动机会过热，若长时间运行甚至会烧坏电动机。潜水电泵一般可以在0.7倍到1.2倍额定流量范围内正常运行，超出此范围，可能会产生过载。因此，要求用户在选择和使用潜水电泵时，必须考虑合适的使用范围。尤其是对高扬程的潜水电泵，不要用于过低的扬程，以免既浪费电能，又可能损坏潜水电泵。

七、潜水电动机和潜水电泵的控制与保护

（一）井用潜水电动机的控制与保护

井用潜水电动机长期潜入井下水中工作，难以通过运行中的噪声、振动和机壳温度等的变化直接监视电动机的运行状态，只能通过配备较为完善可靠的继电保护装置来保证其安全可靠运行。

（1）控制保护要求　为了保证电动机在井下水中可靠工作，控制保护装置除带有起动器外，应具有过载、断相、欠电压及逆转等保护，最好具备漏电保护。在因各种原因出现上述故障时，及时将电动机从电网中切除并报警，以及时排除故障，避免事故扩大。

（2）常用控制保护线路　井用潜水电动机常用的控制保护及起动线路有两种：

1）采用自耦变压器降压起动的控制保护线路见图3-22。起动时，合上电源开关，接通电源，按下起动按钮，接触器3KM通电，它的接点将自耦变压器接成星形，并使接触器2KM和时间继电器K通电，电动机开始降压起动，起动信号灯2H亮；当时间继电器延时结束，通过中间继电器2KB断开接触器3KM和2KM，同时使接触器1KM通电，电动机转为额定电压下的正常运转，此时起动信号灯2H灭，运行信号灯1H亮。

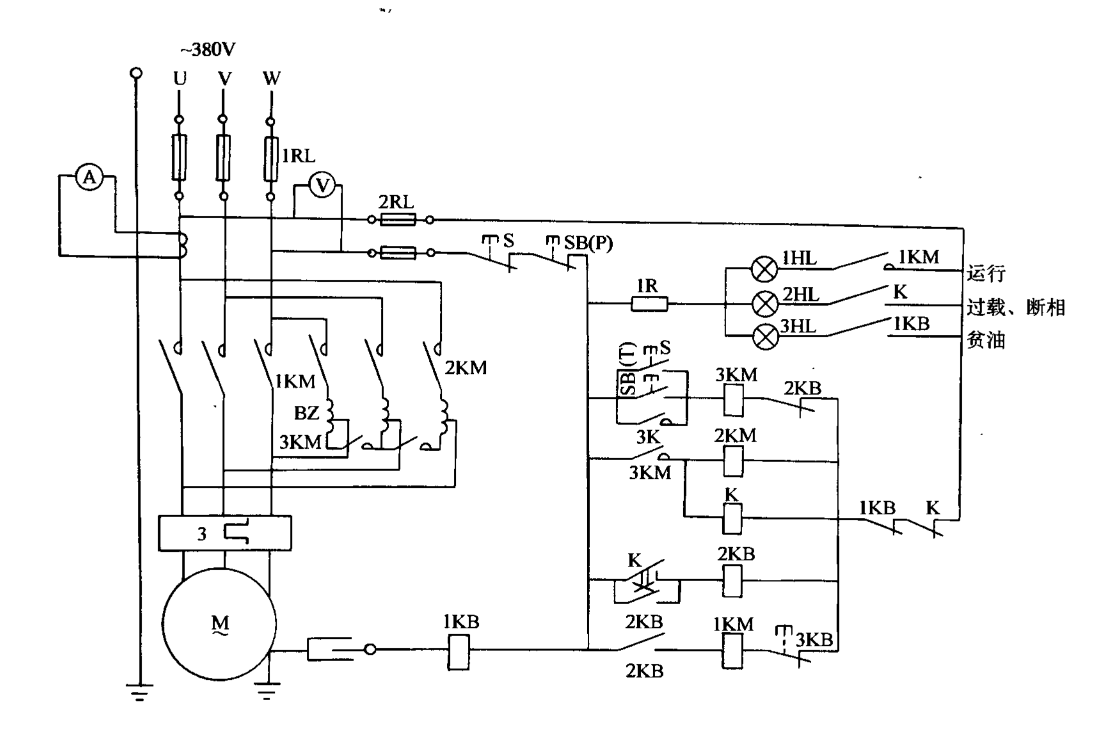


图3-22　采用自耦变压器降压自动起动的控制保护原理图

对充油式电动机，当保压装置内的油量消耗殆尽时，贫油保护的信号触头动作，发出贫油信号，通过中间继电器1KB断开接触器，从而切断电源使电动机停止工作，此时，信号灯3H亮。

采用自耦变压器降压起动的控制保护线路可适用于任何接法的电动机，使用很广泛。

2）采用星形-三角形起动的控制保护线路见图3-23。起动时，合上电源开关，接通电源，信号灯LD亮。按下起动按钮S_1，接触器KM通电并使接触器K_2和时间继电器K_3通电，接触器K_2的主接点将电动机绕组接成星形，电动机开始降压起动，起动信号灯UD同时亮；当时间继电器延时结束，断开接触器K_2线圈，同时使接触器K_1通电，这时，接触器K_2的主接点先断开，接着接触器K_1的主触点闭合，使电动机绕组转接成三角形接法下的正常运转，信号灯UD、LD灭，运行信号灯HD亮。

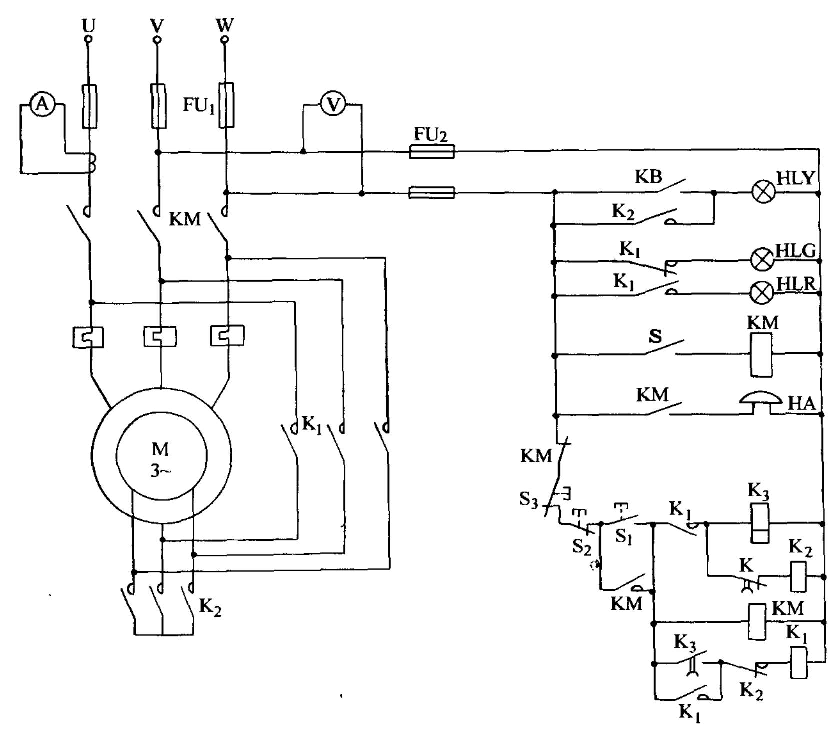


图 3-23　Y-Δ 起动的控制保护原理图

电动机运行中出现过载等故障时，控制开关 S 闭合，通过中间继电器 K 断开控制电源，使接触器 KM 及 K_1 断电，断开主电源，电动机停止运行，同时运行信号灯 HD 灭，电铃 DL 响，信号灯 UD、LD 亮。

星形-三角形起动的控制保护装置控制方便、成本较低，适用于三角形接法、功率较大、采用双电缆引出的电动机。

(3) 常用的控制保护装置　适用于充油式电动机，具有贫油信号动作回路的常用控制保护装置有 GKD 型以及 XKD 型、XKQ 型等。适用于充水式或干式电动机，并具有水位自动控制功能的常用控制保护装置有 JBXQ 型等。

（二）潜水电泵的控制与保护

QX 系列、QDX 系列、QW 系列、WQ 系列和 QWK 系列、QBK 系列等干式下泵型潜水电泵内部均装有不同型式的热保护器，当电泵运行中产生过载、断相、堵转和欠电压等不正常运行状态，导致电动机定子绕组过热时，热保护装置触及时断开电源，保护电动机免受损害。

目前常用的电动机热保护装置有两种：一种是双金属片式热保护器，电动机电流直接流过双金属片，利用双金属片受热后的变形来开闭电路，结构简单、成本低，用于功率较小的电动机的保护；另一种是埋入式温度保护，利用热敏电阻的电阻-温度特性对电动机绕组进行保护：将三只热敏电阻分别埋入电动机三相定子绕组的上端部，当电动机定子绕组中的任意一相因任何原因引起温度升高达到一定限值时，埋于其中的热敏电阻的阻值发生突变，触发相应的控制电路动作，断开主电源。这种保护系统相对较复杂，保护范围广、功能全，适用于功率较大的电动机的保护。

1. 双金属片式热保护器

(1) 特性及用途　双金属片式热保护器在均衡负载工作条件下的电流动作特性见表 3-12，在断相负载工作条件下的电流动作特性见表 3-13。

表 3-12　热保护器的电流动作特性

整定电流倍数	动作时间	起始状态	备　注
1.05	>2h	常温	
1.2	<2h	热态	
1.5	<2min	热态	
6	5～15s	常温	三相热保护器
6（电容起动）	3～15s	常温	单相热保护器
8（电阻起动）			

双金属片热保护器的动作寿命大于 1000 次。

使用时，双金属片热保护器应与电动机绕组串联，一般应安放在靠近定子绕组上端部处。它可为电动机提供过载、断相和堵转保护。

表 3-13　热保护器断相动作特性

整定电流倍数		动作时间	起始状态
任意二相	第三相		
1.0	0.9	>2h	常温
2	0	<2min	热态
4	0	<50s	常温

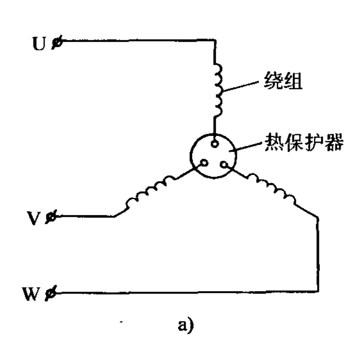
（2）内部接线

1）三相潜水电泵　双金属片热保护器应接在定子绕组星形联接的中心接线位置上，如图 3-24a 所示。

2）单相潜水电泵　双金属片热保护器应串接在主、副绕组的总回路上，如图 3-24b 所示。

2. 热敏电阻温度保护装置

电动机的过载保护一般采用电流型，即通过检测电动机运行中的电流值大小和变化，用过电流继电器、热继电器等元件进行保护，如井用潜水电动机中所采用的控制保护装置即属于这种性质。电动机运行中各部位均要发热，其中最重要的是定子绕组的发热，定子绕组温升过高是导致电动机故障的主要原因之一。电动机运行中电流的变化，间接反映了电动机定子绕组的发热情况，但并没有直接与绕组温度相联系，尤其是当电动机的散热条件发生较大变化时（如潜水电泵陷入泥中或潜污水电泵外壳脱水等场合），采用电流型检测保护装置就不能有效地保护电动机。



a)　　b)

图 3-24　双金属片热保护器接线图

a）三相潜水电泵　b）单相潜水电泵

对于运行中的电动机，不论因电压、负载和散热条件等的变化或因故障引起电动机过热，最终都在电动机定子绕组的温升中表现出来，因此，直接检测电动机定子绕组的温度是最合理的电动机保护方式，用热敏电阻作为电动机定子绕组温度的检测元件可使电动机得到全面的保护。

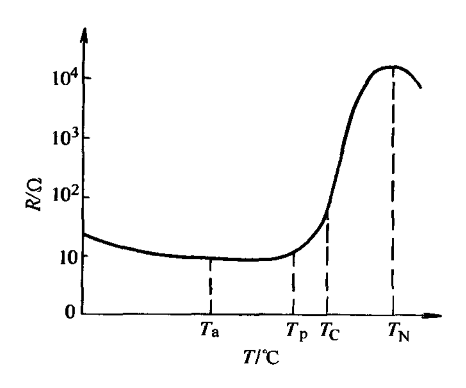


图 3-25　PTC 型热敏电阻 *R-T* 特性曲线

（1）热敏电阻器的特性　在电动机保护中常用的热敏电阻是正温度系数开关型热敏电阻器（PTC 型），它的电阻值随着温度升高而增加（图 3-25）。它的标称电阻值是指在室温时按规定的测量电流测得的电阻值，额定动作温度是指其电阻-温度特性曲线的拐点所对应的转变点温度 T_K（又称“居里点温度”）。

（2）热敏电阻器的主要技术参数　热敏电阻器的规格和主要技术参数见表 3-14。

表 3-14　热敏电阻器的主要技术参数

<table>
<tr><th rowspan="2">型号</th><th rowspan="2">额定动作温度 T_K/℃</th><th colspan="4">电阻值/Ω</th><th rowspan="2">额定动作温度误差 ΔT_K</th></tr>
<tr><th>$T_{25℃}$</th><th>$T_{K-5℃}$</th><th>T_K</th><th>$T_{K+5℃}$</th></tr>
<tr><td>MZ69-80</td><td>80</td><td rowspan="6"><450</td><td rowspan="13">≤1.6K</td><td rowspan="13">≥2.7K</td><td rowspan="13">≥4K</td><td rowspan="13">±2℃</td></tr>
<tr><td>MZ69-90</td><td>90</td></tr>
<tr><td>MZ69-100</td><td>100</td></tr>
<tr><td>MZ69-110</td><td>110</td></tr>
<tr><td>MZ69-120</td><td>120</td></tr>
<tr><td>MZ69-130</td><td>130</td></tr>
<tr><td>MZ69-140</td><td>140</td><td rowspan="7"><380</td></tr>
<tr><td>MZ69-145</td><td>145</td></tr>
<tr><td>MZ69-150</td><td>150</td></tr>
<tr><td>MZ69-155</td><td>155</td></tr>
<tr><td>MZ69-160</td><td>160</td></tr>
<tr><td>MZ69-170</td><td>170</td></tr>
<tr><td>MZ69-180</td><td>180</td></tr>
</table>

（3）热敏电阻保护装置　用热敏电阻器作温度检测元件的电动机保护线路原理图见图3-26。电动机定子绕组温升不高时，热敏电阻的阻值很小，BG_1反向截止，BG_2导通，继电器K吸合，电动机正常运行。当电动机绕组因故使任一热敏电阻受热，使温度达到其动作温度T_K时，热敏电阻器阻值急剧增大，使BG_1导通、BG_2截止，继电器K释放，从而切断电源开关，使电动机停止运行。

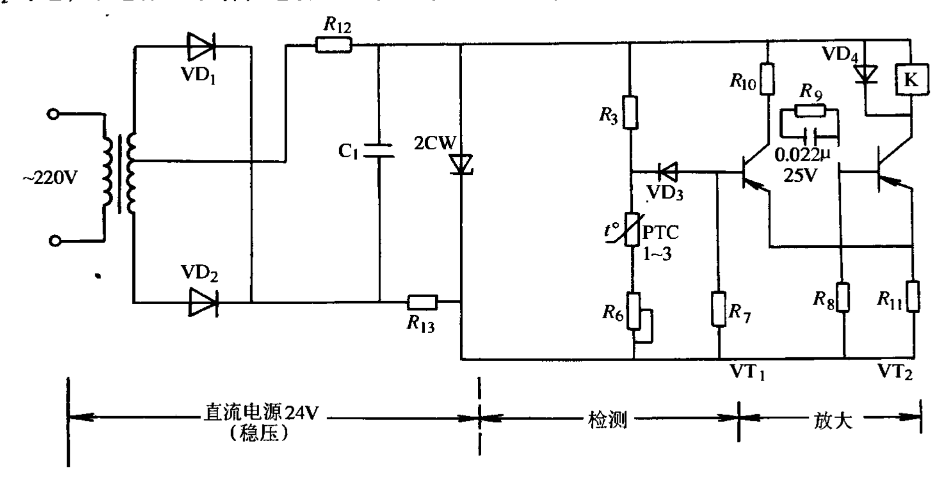


图3-26　热敏电阻控制保护线路原理图

第二节　井用潜水电动机的维护与修理

一、井用潜水电动机的使用、维护与常见故障及处理

为了保证井用潜水电动机的正常运行，延长使用寿命，除了配备完善的控制保护装置和执行正确的操作外，应做好日常和定期的维修工作。当电动机出现故障时，应及时排除故障，进行修复处理。电动机每使用一年，一般应将电动机提井检修一次。

（一）电动机的定期检修

在潜水电动机下井运行过程中，应对电动机的运行电流、对地绝缘电阻等进行经常性的监视或定期的检查，并定期对电动机进行检修。

1. 电动机运行电流的监视

井用潜水电动机长期潜入井下水中工作，其运行电流的大小和变化既反映了电动机工作负荷（即电泵输出的轴功率）的大小，也反映了电动机径向轴承、止推轴承和机械密封等易损件的磨损情况及泵叶轮、轴承的磨损情况。因此，通过运行电流来监视电动机的工作状态。最方便，也是较为可靠的方法。一般应控制电动机的运行电流不超过额定电流。当泵输出的流量、扬程无明显变化，而电动机运行电流逐渐变大，超过额定电流时，应停机检查。

2. 定子绕组（包括信号线）对地绝缘电阻的定期检查

各种型式的井用潜水电动机运行中，应充分利用停机间歇，定期对定子绕组（对充油式电动机尚包括信号线）对地绝缘电阻进行检查。对连续运行的电动机，也应定期停机进行测定，防止因绕组绝缘电阻下降，造成对地击穿，使故障扩大。

电动机的绝缘电阻用500V绝缘电阻表在电动机引出线（或电缆出线端）和机壳（或出水管）之间测定。停机后立即测得的定子绕组的热态绝缘电阻，对充水式电动机应不低于0.5MΩ；对充油式、干式和屏蔽式电动机应不低于1MΩ；如测冷态绝缘电阻，一般应不低于5MΩ。电动机定子绕组的绝缘电阻如低于上述数值，一般应将电动机提出井外（以下简称提井）进行检查修理。

3. 易损件的检查与更换

凡提井检修（包括定期检修或故障检修）的电动机，均应对其易损件进行检查，确定是否需要更换或修理（修理方法见后）。

（1）轴承的更换和修理　对充油式或干式电动机，特别是在高扬程下工作的电动机，下部止推轴承特别容易损坏，一旦在运行中发现电动机声响不正常，就应立即提井更换轴承，不宜继续运行，防止故障扩大，至使烧坏绕组。

对充水式或屏蔽式电动机，应检查水润滑导轴承

和止推轴承磨损情况，磨损量大的（止推轴承磨损1mm以上，导轴承出现晃动的），应进行修理或更换。

（2）机械密封或油封　电动机轴伸端安装的机械密封不要随意折换。对充油式或干式电动机，应先经过打压检查（密封试验打压方法见“总装后的检查”），确认发生问题才应拆换。拆下的机械密封，若表面镜面完好，可继续使用，如镜面有损伤痕迹，必须进行修复才可使用。充水式或屏蔽式电动机的防砂机械密封，如密封表面有损伤，也应进行修理。橡胶油封一般均应更换。

（3）静密封　静密封O型橡胶圈一般不需经常拆换。但一经拆下，一般应予更换，尤其是对充油式和干式电动机，不允许拆下后再应用。

4. 绝缘油的检查和补充

充油式或干式电动机提井后，应检查机内绝缘油消耗情况，按装配要求（见后）补充注油。如电动机的绝缘电阻过低，应对机内绝缘油进行干燥和过滤，或更换绝缘油。

5. 零部件的防锈防腐蚀处理

电动机检修时，要清除零部件的锈斑和污垢，尤其是紧固件。检修后电动机的各紧固件要紧固可靠。腐蚀性大的井水，电动机零部件要重新进行防锈防腐蚀处理。充水式电动机一般应重新进行防锈防腐蚀处理。

（二）井用潜水电动机一般常见故障、产生原因及处理方法（见表3-15）。

表3-15　井用潜水电动机常见故障、产生原因及处理方法

常见故障	可能原因	处理方法
1. 电动机不能起动	（1）电源电压过低 （2）电源断相或断电，如电缆断裂、熔断器熔断、控制保护装置动作等 （3）水泵叶轮卡住 （4）定子绕组烧坏 （5）电缆过细、过长，电压降过大	（1）将电压调到342V以上 （2）修复断电或断相处 （3）清除杂物、修复水泵 （4）修理电动机定子绕组 （5）按电缆的合理选择要求调换电缆
2. 电动机绝缘电阻下降	（1）电缆接头进水 （2）机械密封泄漏 （3）静密封渗漏 （4）充油式电动机贫油后进水、油囊两端密封不严或油囊破裂 （5）绕组损伤或损坏	（1）重新包扎电缆接头 （2）重新装配或修理 （3）重装或更换密封胶圈 （4）重装或更换油囊，更换绝缘油。如定子绕组的绝缘电阻低于规定值，应重新干燥定子绕组 （5）修理绕组
3. 电动机过载跳闸	（1）电源电压过高或过低 （2）电动机二相运转 （3）水泵受杂物阻塞、摩擦严重 （4）水泵反转 （5）充油式和干式电动机滚动轴承损坏，充水式和屏蔽式电动机水润滑导轴承或止推轴承磨损严重 （6）过载保护误动作	（1）调整电压到342～400V （2）修复电源 （3）清除杂物、修复水泵 （4）将电源线任意两相换接 （5）更换轴承或进行修理 （6）校正动作电流
4. 电动机声音不正常	（1）电源断相 （2）轴承损坏 （3）电动机、水泵或出水管固定不良	（1）修复电源 （2）更换轴承 （3）重新连接或固定
5. 泵的流量、扬程下降	（1）水泵受杂物阻塞 （2）水泵反转 （3）电动机和水泵潜入深度不够 （4）井的涌水量小	（1）清除杂物、修复水泵 （2）将电源线任意两相换接 （3）加出水管，增加电动机和水泵的潜入深度 （4）减小泵的流量，使其与井的涌水量相适应，或重新修井

（三）不同结构电动机的特殊故障、产生原因及处理方法

对充油式电动机和干式电动机除上述常见故障外，由于电动机本身充油或带有油室，轴伸端和各连接部位分别装有动、静密封，有的还装有贫油保护装置，运行中这些部件也将会出现一些特殊的故障。现将这些故障现象、产生的可能原因及处理方法列于表3-16。

表 3-16　不同结构电动机的特殊故障、产生原因及处理方法

常见故障	可能原因	处理方法
1. 电动机贫油跳闸	(1) 电动机贫油 (2) 电动机进水，信号线对机壳的绝缘电阻为零 (3) 电缆接头进水	(1) 补充绝缘油 (2) 重新干燥绕组，处理或更换绝缘油 (3) 重新干燥绕组，处理或更换绝缘油
2. 电动机漏油	(1) 机械密封泄漏 (2) 静密封渗漏 (3) 油囊密封不严或破裂 (4) 屏蔽套密封渗漏	(1) 重装或修理机械密封 (2) 重装或更换静密封胶圈 (3) 重装或调换油囊 (4) 修理或调换密封
3. 充油式电动机信号线绝缘电阻下降	(1) 电动机进水或电缆接头渗油 (2) 电动机贫油 (3) 定子绕组损坏 (4) 贫油信号开关处有导电物	(1) 重新干燥定子绕组，处理或更换绝缘油 (2) 补充绝缘油 (3) 修理定子绕组 (4) 检查信号开关
4. 机械故障	压力弹簧断裂	更换零件

二、充水式井用潜水电动机主要零部件的修理

(一) 定子绕组的修理

修理充水式电动机的定子绕组，首先应确定该电动机绕组所使用的耐水绝缘导线的牌号和线规，每相长度、绕线模尺寸以及绕组型式和有关参数。

1. 耐水绝缘导线的准备与检验

充水式井用潜水电动机常用的耐水绝缘导线有 SQYN 型漆包铜导体聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线、SJYN 型绞合铜导体聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线、SV 型实心铜导体聚氯乙烯绝缘耐水绕组线、SJV 型绞合铜导体聚氯乙烯绝缘耐水绕组线、SYJN 型实心铜导体聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线和 SJYJN 型绞合铜导体交联聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线等几种。各种型号耐水绝缘线的线径规格、绝缘层厚度及相应的外径尺寸见修理常用材料表。对修理所用的耐水绝缘导线，应进行规格和性能检验。经检验合格方可应用，以保证修理质量。

(1) 导线的绝缘厚度和外径尺寸应符合规定要求，因偏心造成的绝缘最薄处的厚度应不小于标称厚度的 80%。导线的绝缘表面应光滑圆整，不应有气泡、杂质和机械损伤，绝缘应紧密挤包在铜芯上。

导线外径用千分尺测量，在同一截面上所测得的导线最大外径和最小外径之差应不超过平均外径上限值的 5%。一般测量两处，取最大差值。

(2) 导线浸入室温水中 24h 后，应能经受交流 50Hz、3000V、1min 的耐电压试验而不发生击穿。

(3) 导线在 20℃ 的室温水中浸泡 24h 后，其绝缘电阻值应不小于表 3-17 的规定。

表 3-17　耐水绕组线的绝缘电阻

(MΩ · km)

型号	20℃绝缘电阻 ≥
SQYN SJYN	1000
SV SJV	500
SYJN SJYJN	1000

2. 绕线模的准备与每相线圈长度的计算

对定子为半闭口槽、采用嵌线工艺的充水式电动机，需准备绕线模并计算每相定子线圈所需导线的总长度；对定子为闭口槽、采用穿线工艺的充水式电动机，仅需计算每相定子线圈所需导线的总长度。

(1) 绕线模尺寸的计算　充水式井用潜水电动机一般为二极、采用单层同心式线圈，节距大，导线绝缘又较厚，定子内径一般较小，定子槽也较深，其绕线模的设计与一般陆用电动机不同。

计算绕线模尺寸时，应先测量并记录有关数据：定子铁心内径 D_{i1}，定子铁心长度 l，定子槽数 Q_1，极数 P，线圈节距 Y，定子槽形尺寸 h_{s0}、h_{s1}、h_{s2}、b_1 和 R 见图 3-27，耐水绝缘导线外径 d、铜芯直径 d_0，每圈匝数 N_c 和并绕根数 N_t。绕线模与线圈截面如图 3-28 示。

每极槽数

$$Q_{p1}=\frac{Q_1}{P}$$

线圈的节距系数 β:

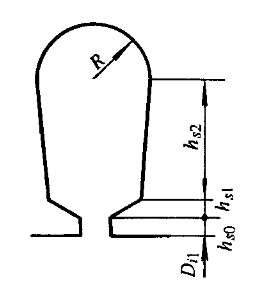


图 3-27　定子槽形尺寸

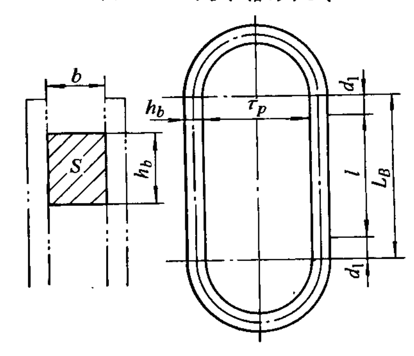


图 3-28　绕线模与线圈截面

小线圈　$\beta_1=\dfrac{y_1}{Q_{p1}}$

式中　y_1——小线圈节距（槽数）

大线圈　$\beta_2=\dfrac{y_2}{Q_{p1}}$

式中　y_2——大线圈节距

平均节距系数　$\beta_{cp}=\dfrac{y_{cp}}{Q_{p1}}$

式中　y_{cp}——线圈平均节距

线圈的计算节距 τ_y：

小线圈

$$\tau_{y1}=\frac{\pi\left[D_{i1}+2\left(h_{s0}+h_{s1}\right)+h_{s2}+R\right]}{P}\beta_1$$

大线圈

$$\tau_{y2}=\frac{\pi\left[D_{i1}+2\left(h_{s0}+h_{s1}\right)+h_{s2}+R\right]}{P}\beta_2$$

平均节距

$$\tau_{ycp}=\frac{\pi\left[D_{i1}+2\left(h_{s0}+h_{s1}\right)+h_{s2}+R\right]}{P}\times\beta_{cp}$$

线圈端部长度 l_d：

小线圈　$l_{d1}=K_s\tau_{y1}$

大线圈　$l_{d2}=K_s\tau_{y2}$

式中　$K_s=1.2\sim1.35$，对线圈端部伸出机壳的电动机取小值，线圈端部缩在机壳内的电动机取较大值。

线圈截面积　$S=N_td^2N_c$

线圈宽度　$h_b\approx\dfrac{b_1+2R}{2}$

线模厚度　$b=\dfrac{S}{h_b}$

线圈端部设计为半圆形，其平均半径：

小线圈　$R'_1=\dfrac{l_{d1}}{\pi}$

大线圈　$R'_2=\dfrac{l_{d2}}{\pi}$

绕线模端部半径 R：

小线圈　$R_1=R'_1-\dfrac{h_b}{2}$

大线圈　$R_2=R'_2-\dfrac{h_b}{2}$

绕线模宽度 τ_p：

小线圈　$\tau_{p1}=2R_1$

大线圈　$\tau_{p2}=2R_2$

大、小绕线模的宽度应满足 $\tau_{p2}\geqslant\tau_{p1}+2h_b$，即 $R'_2\geqslant R'_1+h_b$，以使大线圈能套在小线圈外，否则应进行适当调整。

线模直线部分长度　$L_B=l+2d_1$

d_1 取值见表 3-18，对定子铁心较长的电动机取大值。

表 3-18　线圈端部 d_1 值　（mm）

机座号	150	175～200	250～300
d_1	15～20	20～25	25～30

线圈半匝长 l_z：

小线圈　$l_{z1}=L_B+l_{d1}$

大线圈　$l_{z2}=L_B+l_{d2}$

平均半匝长　$l_z=L_B+K_s\tau_{ycp}$

绕线模总长 L：

小线圈　$L_1=L_B+2R_1$

大线圈　$L_2=L_B+2R_2$

（2）每相线圈长度的计算　对采用穿线工艺的电动机，线圈平均半匝长

$$l_z=l+K'_s\tau_{ycp}$$

式中　$K'_s=1.5\sim1.7$，对穿线整形较困难的电动机取较大值。

充水式电动机每相定子线圈所需导线的总长度 L_Φ 为：

$$L_\Phi=0.35N_tN_cl_zQ_1\times10^{-3}\ (\mathrm{m})$$

式中　l_z——线圈平均半匝长。

3. 下线现场准备

电动机下线前，需对定子进行清理，拆除损坏的定子绕组，清理定子铁心，去除铁锈和槽中沉积的污物和油腻，用干燥压缩空气将铁心吹干净。最好能对定子铁心重新进行防锈防腐蚀处理。

下线的工作台和现场要保持清洁，不允许有铁屑

和杂物存在，以防损坏导线表面的塑料绝缘层，影响使用寿命。穿线现场的地面上，应无坚硬物件。导线所接触的地面，应铺设橡胶毯或塑料地毯，防止穿线过程中耐水塑料线在地面移动时发生碰坏或损坏。

4. 定子线圈绕线工艺

（1）使用的材料　耐水绝缘导线和扎带。

（2）使用主要设备和工具　绕线机、绕线模、搁线架、清水槽和500V绝缘电阻表。

（3）绕线与检验　按照所修理的电动机定子线圈的有关参数（主要系列的绕组数据表见后）进行绕线。绕好的线圈浸入室温清水中，12h后测量线圈的绝缘电阻。

（4）质量要求　线圈浸室温水12h后的绝缘电阻，对聚乙烯绝缘的线圈应不小于300MΩ，对聚氯乙烯绝缘的线圈应不小于60MΩ；导线外的尼龙护套层或绝缘层不允许有擦伤、刺破等现象；导线长度不够时，每相线圈端部允许有一个接头，每台电动机最好不超过二个接头。

5. 嵌线工艺

耐水塑料线同心式绕组的嵌线工艺过程基本上与普通异步电动机相同。需特别注意的是：

1）嵌线的辅助工具，如划线板等，最好用塑料材料制作，表面应尽量光滑，不得有毛刺；

2）定子铁心的凸出片、毛刺等应处理干净，防止嵌线时损伤塑料绝缘层；

3）定子两端机壳端面尖锐部分应用软性材料包好或衬垫好；

4）嵌线时应使导线自然地滑入槽中或用划线板轻轻地划入槽中，避免用力碰擦导线或强行嵌入导线。整形时应避免对导线用力敲击；

5）充水式电动机嵌线时，一般不宜翻槽，以保护导线，减少损坏。但嵌第三相的最后几个线圈时就比较困难。这是充水式电动机嵌线与普通电动机嵌线的区别。

6. 穿线工艺及要求

（1）需用材料　经检验合格并标好中点的导线、槽绝缘和端部绑扎塑料带。

（2）主要工具及设备　直径与导线外径相当、长度比铁心略长的光滑金属棒（导杆），穿线用钎子（通条），橡皮锤和木质整形工具等。

（3）穿线准备　检查定子铁心，清除毛刺、凸出片及异物，用压缩空气吹净；塞好槽绝缘，两端应均匀对称；定子两端衬垫好绝缘纸DMD，以防穿线时擦伤塑料层；塑料线两端削去约10mm长的尼龙护套，套上20～30mm长的尼龙套，以防穿线时擦伤槽中其他导线；按照每槽要穿导线数目在需穿线的二个槽内放好等量的光滑金属棒（导杆）。

（4）穿线　从槽底开始穿线，先穿小线圈。将套有尼龙护套的导线始端对准导杆穿进槽内，边穿边抽出导杆，直至全部抽出导杆，导线全部通过槽内，从另一端穿出。将导线始端穿入另一槽中，并从第一槽中将导线拉出，直至拉到该相导线的中点（穿线前已在中点处做好记号）。然后将导线始端从第二槽中穿出，并回穿到第一槽。根据要求留出端部长度并弯成弧形，两端部线圈长度应均匀对称。重复上述过程，使每槽匝数达到规定要求。穿完小线圈后，在要穿大线圈的槽中同样放好导杆，重复上述穿线过程，直至将该半相导线全部穿完为止。

旋转定子，将已穿好的定子线圈转至定子上方，找出该相导线的末端，在已穿好线圈的定子槽对称位置上重复上述穿线过程，直至剩下的半相线圈全部穿完为止。穿线过程中应注意所穿每槽导线圈数应严格按照要求。穿线时可用滑石粉涂敷在导线表面作为润滑剂，以减少穿线过程中导线表面的擦伤。

继续穿完第二相和第三相线圈后，进行端部整形，并塞好槽楔，以防电动机立式运行时线圈在槽内松动或下滑。整形时，可在线圈表面衬垫塑料薄膜，用橡皮锤整形，不允许用铁制工具直接敲打导线表面，以防损坏导线绝缘，造成绝缘电阻下降，影响使用寿命。

（5）质量要求及检验　导线排列应整齐、美观，线圈端部形状应对称、均匀，长度符合要求，内表面不能突出于铁心内圆。导线外的尼龙护套层或塑料绝缘层不允许擦伤或刺破。导线长度不够时，每相线圈后端部允许有一个接头，但每台电动机最好不超过二个接头。

7. 绕入式下线工艺

对铁心较长，嵌线较困难，但又不适宜穿线的定子，可采用绕入式下线法进行修理。

下线时，定子两端各有一操作者，其中一个为主操作者，另一为辅助操作者。由主操作者将一圈导线绕成长椭圆形，从定子内孔中递送给辅助操作者，两人同时将该圈导线两边下入需下线的二个槽中，留出所需的端部长度，并将端部线圈弯成弧形。重复此操作过程，直至将该二个槽中所需的匝数“绕”满，放好槽楔。先下小线圈，再下大线圈。下完第一相，继续下第二相和第三相。最后进行端部整形和绑扎。

绕入式下线与嵌线一样，第一组线圈不翻槽。其整个下线过程与穿线过程相似。下线后的整形、绑扎和检查，与嵌线和穿线工艺相同。

8. 绕组的连接

充水式井用潜水电动机的同心式绕组常用的连接方法为星形、三角形和双星形。这主要是考虑接头处连接的导线数不宜过多，不然会造成接头密封包扎的困难。只有在电动机功率大，采用导线过粗会造成嵌线及端部整形困难时，才可采用双三角形接法或采用二根导线并绕的三角形接法，以减小导线直径，方便嵌线及端部整形。

9. 检验

（1）下好线的定子放入水箱中，浸水12h后测量绕组的绝缘电阻，其值对聚乙烯绝缘绕组应大于250MΩ，对聚氯乙烯绕组应大于50MΩ。

（2）进行耐电压试验1min，试验电压为50Hz的实际正弦波形，其有效值为2260V。

（二）接头包扎与密封

充水式潜水电动机的耐水绝缘导线相互间、耐水绝缘导线与引出线及引出线与动力电缆之间的连接和密封是影响电动机绕组对地绝缘性能的主要因素之一，其密封性能的好坏直接影响修理后电动机的可靠性和使用寿命。因此，充水式电动机接头的包扎与密封是修理中的重要环节。

冷包自粘带密封是目前最常用、也比较可靠的接头密封方法。

1. 包扎用主要材料

J-20或J-21型丁基自粘性橡胶带。其表面应均匀平整，不应有穿孔、肉眼可见的气孔和未混匀的粉粒。

2. 连接与包扎准备

将定子绕组的引出导线按连接的要求长度截断，接头处剥去塑料绝缘层，将引出电缆按接线需要的长度剥去橡皮绝缘层和保护层，按绕组要求的接法进行接线。然后采用锡焊或磷铜焊将导体焊接在一起，要求焊接处导体全部接合，焊接部位光滑平整，没有虚焊或脱焊现象。焊接部位和需包扎的导线与电缆部位应用酒精擦洗干净。

3. 接头包扎

1）二根导线对接密封　用自粘性胶带拉紧（拉伸200%，到黑色自粘带发白为止）、拉平，在导线表面半叠包5~6层，单面厚度2.5~3mm，包扎长度150mm。外用聚酯薄膜胶粘带或聚氯乙烯带半叠包二层作机械保护。

2）多根导线的连接密封（星形连接的中点）　用自粘性胶带拉紧、拉平后进行包扎。先在各导线表面半叠包1~2层，然后在导线交叉点用自粘性胶带在各导线间轮流绕包2~3层；再在各导线表面半叠包一层，在交叉点各导线间轮流绕包1~2层。如此反复2~3次，最后再在各导线表面半叠包一层，每根导线包扎长度70~90mm，外用聚酯薄膜胶粘带或聚氯乙烯带半叠包二层作机械保护。

3）导线与引出电缆的连接密封　导线与引出电缆内芯间的连接包扎方法基本与导线间的连接包扎密封方法相同。用丁基胶粘带包扎电缆内芯完毕后，接着包扎电缆内芯和电缆外表面，将其间的间隙密封起来，防止井水渗入电缆内。包扎方法类似多根导线间的连接密封。

4）引出电缆与动力电缆间的连接与密封　先将引出电缆的芯线和动力电缆的芯线分别按二根导线的对接方法进行连接和包扎，然后将三根（或四根）芯线同时用丁基胶粘带包封起来，最后将二根电缆表面也用丁基胶粘带连续半叠包3~4层密封起来，并用聚酯薄膜胶粘带或聚氯乙烯胶带半叠包二层作机械保护。

4. 绑扎

导线与电缆引出线或星形中点导线连接包扎完毕后，用绑扎带将其绑扎在线圈端部。要求绑扎牢固，排列整齐美观，不允许有松动现象。出线位置应符合要求。

5. 质量要求与检验

要求定子绕组三相电阻不平衡值不超过±5%；浸室温水12h后测得的绝缘电阻值，对聚乙烯绝缘导线应不低于200MΩ，对聚氯乙烯绝缘导线应不低于40MΩ。

（三）水润滑导轴承的维修

充水式井用潜水电动机的水润滑导轴承的性能和耐磨寿命直接影响电动机的使用可靠性和工作寿命。修理时应严格选择导轴承材料、控制导轴承各参数。

1. 常用的导轴承和轴套材料及轴承参数

（1）常用的导轴承和轴套材料　常用的水润滑导轴承材料有铅锡青铜ZQPbSn25-5、ZQSn7-7-3、SF型三层复合材料SF-1和SF-2、浸渍石墨类材料、填充四氟和塑料等多种。常用的轴套材料为3Cr13、4Cr13或45#钢表面镀硬铬。铅锡青铜导轴承材料的成分见表3-19。

表3-19　铅锡青铜导轴承成分

材料代号	主要化学成分（%）			
	Pb	Sn	Zn	Cu
ZQPbSn25-5	25	5	—	余量
ZQSn7-7-3	7	7	3	余量

(2) 轴承间隙　水润滑导轴承间隙值的大小对轴承的运行影响颇大，间隙过小会使转轴卡住，间隙过大又会减少转轴与轴瓦的接触面积，使轴瓦的载荷增加。轴承的最小允许间隙由轴瓦和轴的热膨胀、摩擦表面的质量和冷却润滑条件决定。对塑料轴瓦还应考虑塑料材料浸水后的润胀量。常用的金属轴瓦和石墨轴瓦与转轴的配合公差及双面间隙参考值见表 3-20。塑料导轴承与轴的配合间隙除按金属导轴承要求的公差配合外，还应考虑塑料轴瓦的水胀性和热胀性。当润滑水充足、导轴承温升不高时，可仅考虑塑料轴瓦因吸水膨胀而引起的内孔收缩。即塑料导轴承的配合间隙等于相应的金属导轴承配合间隙与塑料轴瓦水胀量之和。塑料轴瓦的水胀量与其壁厚有关。DAP-2（聚邻苯二甲酸二丙烯酯）轴承的水胀量与壁厚关系见表 3-21。塑料轴承与轴承座的压配公差列于表 3-20。三层复合材料 SF-1 和 SF-2 的标准衬套尺寸分别见表 3-22 和表 3-23。与衬套配合的座孔尺寸公差推荐选用 H7，轴颈公差对直径小于 80mm 者选用 f7，80mm 及以上者选用 h8，以保证衬套内孔与轴颈间的最小径向配合间隙。

(3) 冷却槽的形状与尺寸　常用的冷却槽有直槽和螺旋槽两种，槽形均为半圆槽，其半径 $R=3\sim5$，随轴颈大小而定。典型的冷却槽尺寸见图 3-29a、b 及图 3-30。

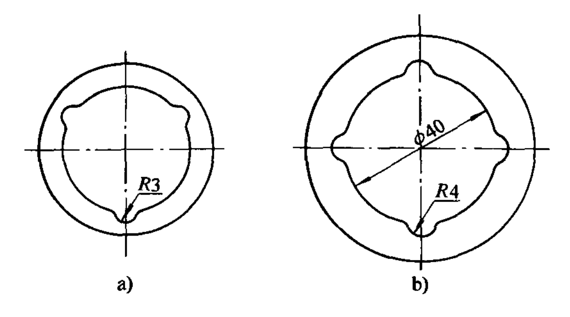


图 3-29　水润滑导轴承的冷却直槽尺寸

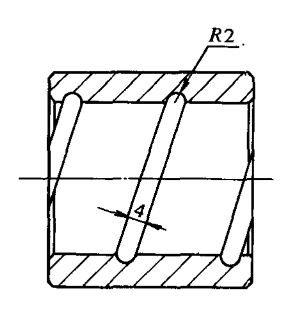


图 3-30　水润滑导轴承的螺旋冷却槽尺寸

表 3-20　导轴承配合间隙及塑料轴承压配公差　(mm)

		18~30	>30~50	>50~80	>80~120
铅青铜	轴瓦	$H_7\left(\begin{matrix}+0.021\\0\end{matrix}\right)$ 或 $H_8\left(\begin{matrix}+0.030\\0\end{matrix}\right)$	$H_7\left(\begin{matrix}+0.025\\0\end{matrix}\right)$ 或 $H_8\left(\begin{matrix}+0.039\\0\end{matrix}\right)$	$H_7\left(\begin{matrix}+0.030\\0\end{matrix}\right)$ 或 $H_8\left(\begin{matrix}+0.046\\0\end{matrix}\right)$	$H_7\left(\begin{matrix}+0.035\\0\end{matrix}\right)$ 或 $H_8\left(\begin{matrix}+0.054\\0\end{matrix}\right)$
	轴套	$d_7\left(\begin{matrix}-0.065\\-0.085\end{matrix}\right)$ 或 $d_8\left(\begin{matrix}-0.065\\-0.098\end{matrix}\right)$	$d_7\left(\begin{matrix}-0.080\\-0.105\end{matrix}\right)$ 或 $d_8\left(\begin{matrix}-0.080\\-0.119\end{matrix}\right)$	$d_7\left(\begin{matrix}-0.100\\-0.130\end{matrix}\right)$ 或 $d_8\left(\begin{matrix}-0.100\\-0.146\end{matrix}\right)$	$d_7\left(\begin{matrix}-0.120\\-0.155\end{matrix}\right)$ 或 $d_8\left(\begin{matrix}-0.120\\-0.174\end{matrix}\right)$
	间隙	0.065~0.106 0.065~0.128	0.080~0.130 0.080~0.158	0.100~0.160 0.100~0.192	0.120~0.190 0.120~0.228
石墨	间隙	0.060~0.130	0.075~0.150	0.090~0.200	0.108~0.220
塑料、填充四氟	间隙	0.100~0.150	0.150~0.250	0.200~0.300	0.230~0.350
塑料导轴承压配公差	轴承外径 K_7	+0.023 +0.002	+0.027 +0.002	+0.032 +0.002	+0.038 +0.003
	轴承座孔内径 H_8	+0.033 0	+0.039 0	+0.046 0	+0.054 0

表 3-21　DAP 轴承的水胀量　(mm)

壁厚	6	7	8	10	12	14
水胀量	0.042	0.054	0.066	0.090	0.114	0.138

表 3-22 SF-1 标准衬套尺寸 (mm)

公称孔径	座孔内径	有效壁厚	衬套长度 ±0.25										
			15	20	25	30	40	50	60	70	80	100	115
14	16	$1_{-0.025}^{0}$	1415	1420	—	—			—	—	—	—	—
15	17		1515	—	1525	—			—	—	—	—	—
16	18		1615	1620	1625	—			—	—	—	—	—
18	20		1815	1820	1825	—			—	—	—	—	—
20	23	$1.5_{-0.03}^{0}$	2015	2020	2025	2030			—	—	—	—	—
22	25		2215	2220	2225	2230			—	—	—	—	—
24	27		2415	2420	2425	2430			—	—	—	—	—
25	28		2515	2520	2525	2530			—	—	—	—	—
28	32	$2_{-0.035}^{0}$	—	2820	—	2830			—	—	—	—	—
30	34		—	3020	3025	3030	3040		—	—	—	—	—
32	36		—	—	—	3230	3240		—	—	—	—	—
35	39		—	3520	—	3530	—	3550	—	—	—	—	—
40	44		—	4020	—	4030	4040	4050	—	—	—	—	—
45	50	$2.49_{-0.045}^{0}$	—	—	—	4530	—	4550	—	—	—	—	—
50	55		—	—	—	—	5040	5050	5060	—	—	—	—
55	60		—	—	—	—	5540		5560	—	—	—	—
60	65		—	—	—	—	6040		6060	6070	—	—	—
65	70		—	—	—	—		6550		6570	—	—	—
70	75		—	—	—	—		7050		7070	—	—	—
75	80		—	—	—	—			7560	—	7580	—	—
80	85	$2.49_{-0.05}^{0}$	—	—	—	—			8060	—	—	80700	—
85	90		—	—	—	—			8560	—	8580	85100	—
90	95		—	—	—	—			9060	—	9080	90100	—
95	100		—	—	—	—			9560	—	9580	95100	—
100	105		—	—	—	—			10060	—	10080	—	100115

表 3-23 SF-2 标准衬套尺寸 (mm)

公称孔径	座孔内径	有效壁厚	衬套长度 ±0.25										
			15	20	25	30	35	40	50	60	80	90	95
14	16	0.980 0.954	1415	1420	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	17		1515	—	1525	—	—	—	—	—	—	—	—
16	18		1615	1620	1625	—	—	—	—	—	—	—	—
18	20		1815	1820	1825	—	—	—	—	—	—	—	—
20	23	1.474 1.442	2015	2020	2025	2030	—	—	—	—	—	—	—
22	25		2215	2220	2225	—	—	—	—	—	—	—	—
24	27		2415	2420	2425	2430	—	—	—	—	—	—	—
25	28		2515	—	2525	2530	—	—	—	—	—	—	—
28	30		—	—	—	2830	—	—	—	—	—	—	—
30	34	1.968 1.932	—	3020	—	3030		3040	—	—	—	—	—
32	36		—	—	—	—	3235	—	—	—	—	—	—
35	39		—	3520	—	—	3535	—	3550	—	—	—	—
36	40		—	—	—	—	3635	—	—	—	—	—	—
40	44		—	4220	—	4030	—	4040	4050	—	—	—	—
45	50	2.460 2.414	—	—	—	4530	—	—	4550	—	—	—	—
50	55		—	—	—	—	—	5040	5050	5060	—	—	—
55	60		—	—	—	—	—	5540	—	5560	—	—	—
60	65		—	—	—	—	—	6040	—	6060	—	—	—
65	70	2.450 2.384	—	—	—	—	—	6540	—	6560	—	—	—
70	75		—	—	—	—	—	7040	—	—	7080	—	—
72	80		—	—	—	—	—	7540	—	—	7580	—	—
80	85		—	—	—	—	—	8040	—	—	8080	—	—
85	90		—	—	—	—	—	8540	—	—	8580	—	—
90	95		—	—	—	—	—	9040	—	—	9080	9090	—
100	105		—	—	—	—	—	—	10050	—	10080	—	10095

（4）加工及处理要求　3Cr13 轴套表面淬硬 HRC42～45。塑料轴瓦一般为模压成形，必要时可进行切削加工。切削时必须采用乳化液润滑和冷却，宜采用硬质合金刀具，机床速度稍慢，一般不超过 200r/min，进刀量要小。

塑料轴瓦一般在加工完成后直接压入导轴承座孔中。金属轴瓦外表面加工好后压入导轴承座孔，其内圆最好与导轴承座止口同时加工，以保证两者的同轴度。修理时，为了方便，也可将金属轴瓦内外表面全部加工好后再压入到导轴承座孔内，此时应考虑轴瓦与导轴承压配对轴瓦内孔尺寸的影响。应保证轴瓦与转轴的配合间隙符合规定要求。

2. 导轴承的维修

充水式井用潜水电动机检修时，应检查导轴承的磨损情况。对轴瓦和轴套有一定的磨损，影响导轴承正常工作的，应对轴瓦或轴套进行修理或更换。轴瓦磨损严重的，应更换轴瓦，并修正轴套；轴套磨损严重的应更换轴套，修正轴瓦。因轴套更换较为困难，对后一种情况也可修理轴套、更换轴瓦。

轴套表面磨损严重的，最好采用金属喷涂使其恢复原有尺寸再行加工。如无喷涂条件，则应对磨损表面进行车削和磨削加工，其表面粗糙度要求为 $R_a \leq 0.8\mu m$。更换新轴瓦，内孔粗糙度要求为 $R_a \leq 1.6\mu m$，内孔尺寸按轴套名义尺寸，两者的配合间隙可按表 3-20 的要求。

（四）水润滑止推轴承的维修

1. 常用的水润滑止推轴承结构与材料

目前国内生产的充水式井用潜水电动机的水润滑止推轴承的常用结构有整体调心式和分块调心式两种，它们的工作面又有扇形分块和直条形分块之分。扇形分块整体调心式和分块调心式止推轴承的典型结构见图 3-6。整体式止推轴承常用的材料有以聚邻苯二甲酸二丙烯酸酯 DAP 为基的 D-2 型高温热固性塑料、P117 和 P23 酚醛塑料、石墨浸巴氏合金、石墨浸锑、石墨浸酚醛树脂、石墨浸环氧树脂等浸渍石墨类材料，填充四氟材料等多种。配对材料为用 3Cr13 或 4Cr13 制作并淬硬的圆盘。具有高承载力的分块调心式止推轴承的扇形块材料为炮铜，轴承耐磨材料为热固性酚醛树脂浸渍石棉织物的 F102 复合材料，其耐热性高、吸水性小、膨胀系数低、尺寸稳定性好，具有较高的机械强度和优异的耐磨性，承载力很高。

2. 水润滑止推轴承的维修方法

对提出井外检修的充水式电动机，其水润滑止推轴承的磨损量不大的，一般小于 0.5～1mm，可进行适当整修后重新装机使用。对磨损量较大或表面损坏严重的，应进行更换后才可装机使用。

（1）整体式止推轴承的整修　不锈钢止推圆盘表面磨损、出现环形条纹的，应进行表面磨削加工，要求加工后的表面粗糙度 $R_a \leq 0.8\mu m$。如止推圆盘表面在运行后仍较光洁，无明显的磨损或止推轴承磨损不大，表面跑合情况良好的，止推圆盘表面也可不重新进行加工。

塑料止推轴承表面出现沟槽形磨损、影响正常使用的，可对其表面进行适当机械加工。塑料止推轴承的切削要求与塑料导轴承相同。切削加工完成后，承载面边缘应适当倒出圆角，使止推轴承运行时，其表面能得到水的良好润滑和冷却。如条件许可，对塑料轴承表面稍加研磨后再进行装配，则运行效果更好。

（2）分块调心式止推轴承的整修　拆下分块调心式止推轴承的金属扇形块，在平面磨床上将整付扇形块表面同时进行磨削，维持各扇形块的等高性，其表面粗糙度要求为 $R_a \leq 0.8\mu m$。有条件的可对扇形块表面进行研磨。

为了尽量保证各扇形分块的等高性和原有状况，在拆卸前，应按扇形块原有位置逐块进行编号，然后进行拆卸。整修完毕后，按编号将各扇形块装入原来位置，检查其在支座上摇摆的灵活性和各扇形块的高度。

塑料圆盘磨损严重或表面出现烧损的应进行更换后，方可装配使用。

（五）零部件的防锈防腐蚀处理

为了防止水中的腐蚀性介质对充水式电动机零部件的侵蚀和电化学腐蚀，延长零部件的寿命，在修理电动机时，应对电动机的各零部件，尤其是定子铁心、转子表面以及机壳、轴承座等零部件的非配合表面重新进行防锈防腐蚀处理。

1. 常用防锈涂料

充水式电动机常用防锈涂料有气干型和低温烘干型两大类。气干型有 7511 聚氨酯漆、7110 漆和 H753、H754 环氧漆等，低温烘干型有腰果漆等。

2. 零部件表面清理要求

涂漆前，应将电动机零部件表面的锈斑、油污清理掉，用压缩空气或干净软刷将零部件表面灰尘清理干净，然后进行清洗并干燥。

3. 气干型漆防锈处理工艺

气干型漆均为双组份涂料，使用前应按规定的配比称量，并搅拌均匀，方可使用。配制的漆应在当天使用完毕。

(1) 7511漆或7110漆施工工艺要求　铸铁零件和钢质零件表面、定子铁心内圆或拆除绕组的定子铁心槽部和端部刷涂或浸涂7110或7511聚氨酯铁红底漆二层，每次涂漆后应在室温下干燥24h或在60℃温度下烘干1h。

转子表面预处理后，先刷涂磷化底漆一层，在室温下干燥1～2h，形成黄绿色漆膜。然后喷涂或刷涂7110或7511聚氨酯铁红底漆二层，再涂7110或7511聚氨酯清漆一层。每层漆层表面干燥后，用细砂纸将漆膜轻轻打磨一下，用压缩空气或干净软刷将漆膜粉末清理掉，然后进行下一次涂漆，直至转子表面涂漆处理全部完毕。将转子在室温中干燥24h以上，或在60℃温度下烘干1～2h。

(2) H753和H754环氧漆施工工艺要求　铸铁零件、钢质零件和转子表面均涂H753铝锌环氧防锈漆二层和H754黑色环氧沥青防腐漆一层。然后在室温中干燥24h以上或在60℃温度下烘干1～2h。各层漆膜层间处理方法同7110和7511漆处理方法。

4. 低温烘干型漆防锈处理工艺

(1) 漆的处理及粘度控制　电动机零部件防锈处理用低温烘干型漆分底漆和面漆二种。使用时应将漆液搅拌均匀，尤其是底漆，如漆中存在漆皮或机械杂质，可用180目以上的铜筛或绢纱过滤等方法加以去除。漆的粘度应加以控制，腰果铝粉底漆的粘度用溶剂稀释到25℃涂4#粘度计18～20s，腰果氨基烘漆的粘度为25℃涂4#粘度计20～25s。

(2) 施工工艺要求　铸铁零件、钢质零件和定子浸涂腰果粉底漆二层、腰果氨基烘漆一层。零件放在浸漆槽内，漆面高出零件不小于10mm，修理时暂不具备浸漆条件的，也可采用刷涂，要求刷漆均匀、不要遗漏。拆除绕组的定子铁心最好立浸，浸漆时间均为15～20min。

转子表面刷涂10% PVB液改性NH-1腰果铝粉底漆二层和10% PVB液改性NA-1腰果氨基烘漆一层。

每次刷漆后的零部件和每次浸好漆、在室温下滴漆20min的零部件均需进行烘干。烘干时温度由室温升到125℃，在(125±5)℃保温2h，然后在室温中自然冷却。转子表面在第二次和第三次刷漆前，需用细砂布将漆膜轻轻打磨一下，并将漆膜粉末清理干净，以使漆膜获得良好的附着力。

5. 防锈涂层质量要求

经过防锈处理后的零部件表面漆膜应具有一定的硬度和粗糙度，表面平整、色泽较均匀一致。漆膜表面不应有起泡、针孔、流挂、皱皮、漆瘤及明显的杂质存在。

三、充油式电动机及干式电动机主要零部件的修理

(一) 定子绕组的修理

充油式及干式潜水电动机定子绕组的常见故障为绝缘电阻下降或绕组损坏，需分别加以修理。鉴于充油式和干式电动机的定子绕组的结构、使用材料和制造工艺与普通陆用电动机较接近，此处仅就其特殊处加以说明。

1. 绕组绝缘电阻下降的处理

充油式电动机定子绕组绝缘电阻下降时，应对定子绕组和绝缘油分别进行干燥处理，使其恢复应有的绝缘性能；干式电动机定子绕组绝缘电阻下降时，仅需对定子绕组进行干燥处理。

(1) 定子绕组干燥处理要求和工艺装备　电动机定子绕组进行干燥时，应拆出转子，对充油式电动机并应先放净绝缘油及残留水分。然后将定子送入低温烘箱或干燥室干燥，干燥温度为80°～100℃，直至定子绕组的热态绝缘电阻稳定不变时为止。修理时，如无低温烘箱或干燥室，也可直接对定子绕组通以低压电流进行干燥。可用三相调压器控制施加于定子绕组的三相电压。使流过定子绕组的电流为额定电流的50%左右，不要过大，以免使绕组过热，导致损坏。最好在铁心中部位置用腻子将温度计紧贴于机壳表面，调节电流，控制温度计示值不超过90℃。有条件采用热电偶测量绕组温度时，可控制绕组温度不超过120℃。如无三相调压器，也可用单相调压器，或利用电焊机的低压侧作为降压器。同时，应将电动机定子绕组三根引出线的其中两根并接作为单相负载。这时，流过三相定子绕组的电流不均匀，因此，需定时轮换将两相并接，使定子绕组温度均匀。定子绕组通电干燥过程中，需定时检查绕组的热态绝缘电阻，待热态绝缘电阻稳定后、干燥结束。

(2) 绝缘油的干燥处理　充油式电动机常用的绝缘油有变压器油、合成锭子油、7#～10#机油以及冷冻机油、汽轮机油等多种。电动机运行过程中，由于外界井液的侵入，绝缘油发生劣化，绝缘性能下降。残留水分又会不断对导线绝缘起水解作用，导致绕组绝缘电阻下降，甚至发生匝间短路。因此，修理时，除对定子绕组进行干燥处理外，也需对绝缘油进行相应的干燥处理。将绝缘油经压力过程，注入沉淀箱。绝缘油在沉淀箱内放置24h后使用。沉淀箱底部可以放出沉淀水，绝缘油自距箱底部150～200mm处流出。

2. 更换定子绕组

（1）嵌线前的准备和绕线模的计算　充油式电动机和干式电动机定子嵌线前的有关现场准备可参照充水式电动机的有关要求进行。单层同心式线圈的绕线模计算可按充水式电动机的绕线模计算方法进行。单层链式线圈的绕线模尺寸可参照陆用异步电动机单层链式线圈绕线模的计算方法进行。充油式电动机的槽绝缘长度应比陆用异步电动机稍长些，每边为10～15mm，以减少运行中落到槽口的杂质微粒与绕组的接触，提高绕组的绝缘电阻。

（2）嵌线工艺　充油式电动机和干式电动机定子绕组的嵌线工艺基本上与陆用异步电动机嵌线工艺相同。但由于充油式电动机下部装有贫油开关，其触点需引出，因此定子绕组嵌线时有特殊要求：嵌线前，在槽中放一根套有绝缘管的漆包线，线径约ϕ1.30mm，绝缘管两端伸出铁心外150mm。该导线用作电缆信号线与贫油信号触点的联线。充油式和干式电动机嵌线时应注意，最好使竹楔不超过槽绝缘纸的长度，即竹楔不要直接接触到导线，以免由于竹楔吸潮而使定子绕组的绝缘电阻下降。

（3）浸渍与烘干工艺　充油式和干式电动机定子绕组的浸渍漆主要采用1033环氧酯漆，采用真空压力浸漆或沉浸2～3次。也可采用5152或其他牌号的无溶剂漆沉浸或滴浸，或采用J831或其他类似牌号的环氧快干树脂进行浸渍。修理中如1033漆供应有困难时，也可用1032漆或W-1032-11醇酸快固化浸渍漆代用，但耐潮性能较差。如采用J831等牌号的环氧快干树脂或H30等牌号的环氧聚脂无溶剂漆进行浸渍，耐潮性好，工艺上也比较方便。由于井用潜水电动机铁心较长，沉浸时第一次浸渍漆的粘度应稀些，以能浸透绕组，而且易于烘干。

浸渍时可利用电动机的钢管机壳作为浸渍罐，并在定子内腔放入一个密闭的空心圆筒占据空腔位置，以减少浸渍漆的用量。具体的浸渍工艺和有关参数可参阅第一章中有关部分。

无溶剂漆沉浸工艺以W-926型环氧改性快固化浸渍树脂为例：

定子预烘干燥（120±2)℃，2～3h→降温约1h→室温下浸渍30～50min→滴干约30min→定子烘干：70～90℃，1～2h；（135±5)℃，3～4h，→定子冷却。如需第二次浸渍：浸渍30～50min→滴干约30min→烘干，70～90℃，1～2h；(135±5)℃，3～4h。

（4）绕组连接　充油式和干式电动机的绕组连接与陆用异步电动机相同。同时，充油式电动机还要将信号线两端分别连接到贫油信号触点和中间继电器上，参见图3-10。

（5）检验要求　修理后的定子绕组（含信号线），其相间和对地绝缘电阻一般在500MΩ以上，耐电压试验1min，试验电压为50Hz的实际正弦波形，其有效值为2260V。

（二）引出线密封和引出线与电缆的连接

1. 引出线的密封

充油式电动机和干式电动机的引出线与上端盖要求严格密封，不允许渗漏，同时也不允许引出线的线芯发生油渗漏。

修理时如需更换引出线或重嵌绕组后，应拆除原来的密封接头，重新制作引出线密封接头。定子绕组漆包线与引出线先进行连接，然后灌注环氧树脂。灌注的环氧胶的成分及配比见表3-24。灌注环氧胶后的接头应无气孔及裂纹。

表3-24　环氧胶配方（重量比）

环氧树脂	二丁酯	乙二胺
100	40	9

2. 引出线与电缆的连接

充油式电动机的引出线为四芯扁电缆或四根单芯圆电缆，长3～5m。干式电动机的引出线为三芯扁电缆或三根单芯圆电缆。电动机下井前，引出线与动力电缆应牢固连接，严格密封，绝对不漏水。接头处理及包扎方法：

（1）切头　将引出线和动力电缆线芯剥出，其中所剥出的最短一根线芯的尺寸如图3-31所示，其他几根芯线绝缘部分适当放长，使各根芯线在长度方向上错开，以便于包扎，同时使接头径向尺寸不致过大。

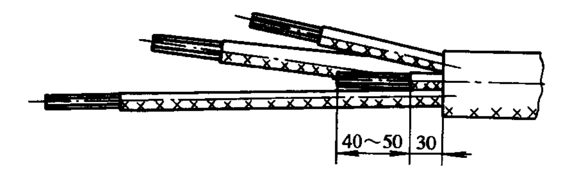


图3-31　电缆芯线剥头长度

（2）接头与搪锡　清除切头处氧化皮，套入外层保护套；四芯与四芯对接或单芯与单芯对接时，可用自行车内胎作为外层保护套；单芯与四芯对接时，可用乳胶手套作为外层保护套。将引出线和动力电缆相应的线芯互相插接，再用细铜丝绑牢，然后搪锡，并仔细清除尖角毛刺。

（3）接头包扎　芯线接头搪锡去毛刺后，用高压橡胶带半叠包二层（图3-32a），然后在芯线绝缘的外面再用高压橡胶带平包一层（图3-32b）。绝缘包扎必须可靠、不得渗漏。

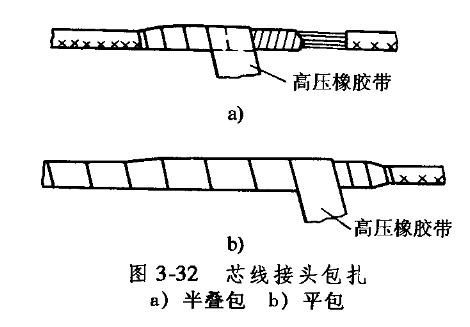


图 3-32　芯线接头包扎
a）半叠包　b）平包

(4) 接头密封处理　包好芯线接头后，将四根芯线并在一起，用高压橡胶带包平，外层再包防水胶带，最后用外层保护套将整个接头封住，两端用铜丝或汽车水箱卡子固紧（图 3-33）。

当电动机引出线为四根单芯电缆而动力电缆为一根四芯电缆时，外层保护套改为乳胶手套，此时分叉端不用卡垫和水箱卡子紧固，而是采用防水胶带包孔，外面用铜丝绑扎紧固。

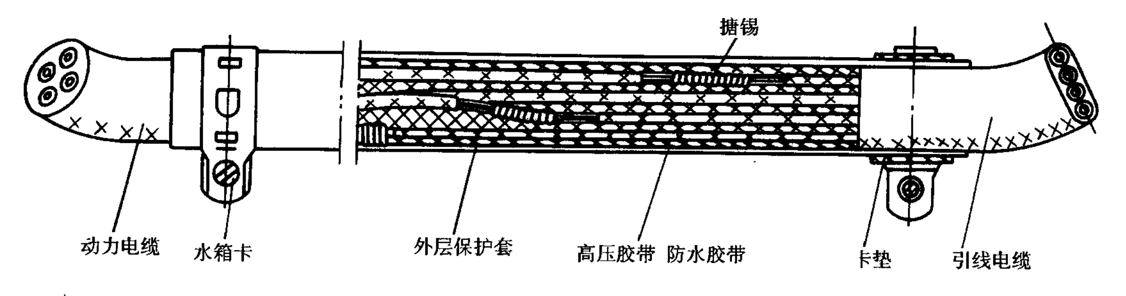


图 3-33　引出线与动力电缆连接

(三) 机械密封的修理和更换

1. 动、静环常用材料、加工要求及检验

(1) 常用材料　目前生产的充油式电动机常用的机械密封动环和静环材料为碳化钨。它是由硬度极高的难熔金属碳化物（碳化钨、碳化钛）加粘结剂用粉末冶金方法压制绕结而成。其特点是具有极高的硬度和强度、良好的耐磨性、抗颗粒冲刷性和耐腐蚀性，线膨胀系数较低。常用的牌号为 YG6 和 YG8，其物理机械性能见表 3-25。

表 3-25　碳化钨密封环的物理机械性能

牌号	体积密度 /g/cm²	抗弯强度 /MPa	硬度（HRA）不低于
YG6	14.6 ~ 15.0	1422	89.5
YG8	14.5 ~ 14.9	1471	89

(2) 加工要求　机械密封动、静环烧结后，磨削平面及内外圆，然后装入动、静环座内，再对密封环的工作面进行粗研磨和精研磨，要求其表面粗糙度达 $R_a = 0.025\mu m$，不平直度 $< 6\mu m$。

动、静密封环表面不允许有裂纹、划伤和气孔等缺陷，与环座热套后，应保证动、静环端面与动、静环座端面严密贴合，不允许漏油。

2. 机械密封的修理

(1) 密封环的研磨　常用的研磨剂有人造金刚石和碳化硼等，粗研磨粒度一般在 80 ~ 160#，用以磨去环表面机械加工后的痕迹，为精研磨和抛光打下基础。精研磨粒度从 160# 以上至 M10。抛光剂粒度为 M28 ~ M5，或采用人造金刚石研磨膏研磨。

修理中自制研磨板时，按 HT180 铸铁配方，要求铸件密度均匀、无气孔、砂眼。布氏硬度 HB ≈ 160。加工后将三块研磨板互相对研，以使研磨板表面获得较好的平直度和表面粗糙度。

硬质合金环的粗研磨可采用 W10 ~ 20 人造金刚石研磨膏在研磨板上研磨。粗研磨结束后，将硬质合金环洗净或擦净，再用 W5 人造金刚石研磨膏在研磨板上精研磨，直至达到要求为止。

修理机械密封环时，先检查密封环工作表面情况，如密封环磨损量不大，表面磨纹较浅，可直接进行研磨；如密封环工作面磨纹严重，应先用人造金刚石砂轮加工磨削后再进行表面研磨。

(2) 机械密封的装配　安装机械密封前，应先检查各零件是否齐全、有无变形、损坏和裂纹等现象。特别是密封橡胶圈，如产生变形、应予调换，以免使用中产生泄漏。如果原有机械密封已损坏，需调换新的机械密封，应检查新调换的机械密封的型号、规格是否正确无误，机械密封与上端盖间的安装尺寸是否相符。安装过程中应保持清洁，特别是密封环及辅助密封圈表面应无灰尘和杂质。密封环安装时表面应涂上一层清洁的机油或透平油。安装中不允许用工具敲打密封元件，以防密封元件损坏。

具体安装方法见充油式电动机的装配。

(四) 油囊的检修

当发现充油式电动机下部有油渗漏时，应将其斜

卧于支架上，备好干净容器，放出机内的全部绝缘油，检查油囊情况、分析渗油原因。若油囊端部凸起部分在下端盖内或油囊托盘和油囊压盖中未嵌好，应重新装配、压紧；若油囊有裂缝或破损，应更换新油囊。新油囊应经气压试验不漏后再重新装配。具体装配方法见充油式电动机的装配。

四、井用潜水电动机的拆卸与装配

拆卸前擦净电动机表面的污垢和灰尘；清理电动机拆卸的现场并保持清洁干净；按照本章所述内容熟悉不同结构的井用潜水电动机的特点和维修要求；准备好拆装所需的一切工具和设备。

为了确定电动机存在的缺陷和故障，应对电动机进行维修前的检查，测定电动机绕组的绝缘电阻和直流电阻。对发生故障的电动机，分析产生故障的原因，对能继续运转的电动机，进行负载和空载运行检查，初步确定需要检修的内容，然后进行拆卸检查，按照各零部件存在的不同故障进行维修，最后进行电动机的总装和有关检验。

（一）充水式电动机的拆卸

充水式电动机的拆卸按下列步骤进行：拆卸应仔细、小心，避免碰坏滑动轴承，特别要注意避免碰伤定子绕组。

1）电动机与泵分离　先拆除电动机轴伸与套筒联轴器间的定位销，然后松开电动机与泵的联接螺栓，将电动机轴伸与泵的联轴器分开。

2）拧下电动机下部的放水螺钉，放水。如电动机内部所充为防锈缓蚀剂或防锈润滑液，应加以保存，以确定是否需加以更换。

3）拆下底脚，松开底座，小心取下底座和止推轴承。拆卸中不要用锤猛烈敲击底座，以免损坏止推轴承。

4）拆下止推圆盘，将止推圆盘和止推轴承保存妥当，以备检查修理后重新装配使用。

5）拆下电动机上部的联接法兰。打开压盖，小心取出机械密封。如轴伸端安装的是橡胶骨架油封，可与上导轴承一同取下。

6）卸下上导轴承，然后卸下下导轴承，同时抽出转子。注意不要碰擦定子绕组端部，以免绕组绝缘受到损伤。

（二）充水式电动机的装配

电动机的装配程序基本上与拆卸过程相反。装配时应注意：

1）应对各零、部件进行全面的检查和清洗，损坏的零、部件按要求进行修理或更换。所有零部件全部合格才能进行装配。

2）装配前各铸铁零件或钢质零部件表面，转子外圆和定子内圆表面重新进行防锈防腐蚀处理。

3）装配时各连接止口处应涂密封胶或按原机装配要求安装 O 型橡胶密封圈。

4）橡胶骨架油封之间应装满润滑脂，电动机轴伸及泵配合表面应涂石蜡和凡士林的混合剂。

5）装配时应将上止推轴承与止推圆盘间的间隙控制在 0.5～1mm，以限制电动机运行时转子的上窜量。这可以通过控制上止推轴承与下导轴承座之间所加的垫片数量来达到。

6）装配时，通过调节止推轴承下部的调节螺栓或止推轴承下部垫块与底座之间的垫片数量，来保证电动机轴伸端面与联接法兰端面互相齐平（允差为 0.5mm)。

7）电动机下部的橡胶调压囊应完好无损。

8）引出电缆穿过上导轴承处的橡胶垫圈密封应可靠、无渗漏。

9）装配过程中应保持所有零件的清洁，绝不允许金属屑、砂粒以及其他杂质进入电动机内部，以免运行中发生导轴承和止推轴承的过早磨损甚至损坏。

（三）充油式电动机的装配

并用充油式电动机修理的关键是绝缘、密封和轴承的装配。装配时要求所有的零、部件保持清洁和干燥，绝不允许水分、金属屑和其他杂质进入电动机内部。机械密封装配更要加倍小心，对所有的 O 型橡胶密封圈、油囊等零件要检查有无裂纹、气孔和损伤。不同型号规格的充油式电动机的总体结构基本相似，现以图 3-8a 的结构为例，具体说明充油式电动机的装配程序和工艺：

(1) 油囊检查　用专用的带通气孔的盖板压紧，密封油囊，通入压缩空气，并将油囊全部浸入水中，以完全不冒气泡为合格。然后冲洗并擦净油囊，烘干后备用。

(2) 零部件的检查、清洗和烘干　仔细检查电动机各零部件，如上、下端盖，上、下端环，密封盖、密封弹簧、推环、销键、传动套、轴承盖板、调整垫圈等，如有损伤应进行适当修理或更换，用煤油将所有零件清洗干净并烘干待用。

(3) 定子的清理、干燥和清洗　充油式电动机内部如残留有水分，将不断对绝缘起水解作用，导致绝缘电阻下降，甚至造成匝间短路，因此，定子绕组的

干燥和绝缘油的干燥处理是修理中的关键工序。应按本章所述对定子绕组的修理要求进行定子绕组的干燥和绝缘油的干燥处理。定子清洗干燥前，必须将机壳二端面毛刺修光。重新下线的定子，经浸漆烘干后，应刮净定子内圆的漆块，以免运转时转子擦漆。信号线要牢固地绑扎于定子绕组下端部的最外侧。定子绕组与引出线电缆焊接好后，套上绝缘管，绑扎在绕组端部上。定子内部再用干净的变压器油冲洗，垂直放置、滴干变压器油。

(4) 引出线电缆及上端环装配　将定子直立放于工作台上，引出线端朝上，将引出线电缆穿入上端环中，然后将上端环压入机壳，装上环键。将电缆密封套、电缆压环和电缆密封环分别套入引出线电缆上。

(5) 装上端盖　先锉平上端盖止口的毛刺和损伤部位，并将上端盖擦洗干净。在止口处涂上密封胶(下述装配过程中，各零部件连接止口处均需涂密封胶)。检查上端盖 O 型密封圈，可拉伸 O 型圈来检查其是否有裂纹和损伤等。将合格的 O 型密封圈套在上端盖止口上。将双头螺栓拧入上端环螺孔中，在每个双头螺栓上套入橡胶密封圈。将引出线电缆穿入上端盖相应孔中，并将上端盖套入双头螺栓、装入定子机壳内。此时应注意 O 型圈的位置，并注意不要将上端环碰下。拧紧各个螺母，使上端盖位置保持与轴垂直，不得倾斜。

(6) 清洗转子、热套轴承、装下端盖　将电动机转子用中性洗涤剂清洗干净并烘干，将上、下轴承及轴承盖板等用干净汽油清洗，要求轴承转动轻快无杂音；将轴承放在变压器油中加热（轴承不要直接接触加热容器底部），当温度升到 100°～110℃后保温 5min，进行热套。锉平下端盖止口的毛刺和损伤部位，并将下端盖擦洗干净。将转子下部大轴承压入下端盖内，放入孔用弹性挡圈，压入小轴承，并用左旋锁紧螺母固定小轴承。注意转子下部两个推力球轴承应反装，以承受不同方向的轴向力。

(7) 装转子和安装贫油装置　定子倒立在垫块上，将信号线穿入下端环相应孔中，装下端环及环键。将两个双头螺栓拧入下端环螺孔中沿直径相对分布的位置。下端盖和机壳止口处涂上密封胶。检查下端盖 O 型密封圈，并将其套在下端盖止口上。将转子轻轻插入定子，注意不要碰擦定子绕组端部。将信号线穿入下端盖相应孔中，并将下端盖套入双头螺栓，装入定子机壳内。此时应注意端盖止口上 O 型密封圈的位置，并注意不要将下端环碰下。拧紧螺母，同时装入其他双头螺栓并拧紧螺母。将贫油触头装配装在下端盖上，接好信号线。如信号线长度有多余，应将多余信号线绕在支架上，不应使其悬浮在油中。

(8) 油缸装配　用油囊托盘和油囊压盖压紧油囊下端，将油囊放入油囊护套中，用油囊压板将油囊上端压紧在油囊护套的上止口端面上，从油囊护套下部装入油压弹簧，装上底座。要求油囊两端安装位置正确，下端的凸起部分全部嵌入油囊托盘的密封槽中。

将整个油缸装配部件装到下端盖上。装配前应在油缸护套和下端盖止口或螺纹处涂上密封胶。

检查信号线对机壳的绝缘电阻应大于 100MΩ（一般在 300MΩ 以上），用手推入油囊，贫油触头应动作，信号线接通。

(9) 安装机械密封　电动机直立于地上，在轴上装入销键和传动套。将经过试验合格的变压器油装满电动机内腔。装密封弹簧和推环，检查动密封环的 O 型橡胶密封圈，要求其尺寸准确、硬度适中、无伤痕。将其清洗后装入动环。将机械密封装配导套（见图 3-34）套在轴上，通过导套装入动磨块。导套尺寸见表 3-26。用变压器油从装配导套顶端冲洗动密封环工作面，不允许其工作面残留任何尘埃。在密封盖内装入防转销。检查并清洗静密封环 O 型橡胶密封圈，将其装在静密封环上，应使 O 型密封圈的不光滑面均匀地翻到紧贴面的相反方向。将静密封环装入密封盖内，用变压器油冲洗静密封环工作面，要求同动密封环的冲洗。检查、清洗密封盖 O 型密封圈，并将其套在密封盖止口上。将密封盖连静环一起装入上端盖中，拧入螺钉。安装时，要使密封盖始终保持垂直位置，不得摆动，以免损坏密封环工作面。用手转动轴伸，转子转动时不能有偏紧或过紧现象，否则应调节上、下端盖的紧固螺母，使转子能灵活转动。

表 3-26　机械密封装配导套尺寸套

(mm)

电动机型号	d_1	d_2	D	L_1	L_2
YQSY150A	25	30	28	52	75
YQSY200B	25	37	28	62	85
YQSY250B	34	37	32	72	95
YQSY300A	44	55	48	86	110

(10) 内腔注油　将装配好的电动机吊起或垫平立放（要防止倾倒），准备好打压用螺杆及压板（图 3-35），按图 3-36 所示方法拉紧油压弹簧到要求的充油位置，打开电动机上部的油塞，向电动机内腔缓慢注油。注满后拧紧油塞，卸除螺杆，使弹簧放松。此时机内产生油压，为排除机内残存气体，再稍微松开油塞自然排气，待无排气声响并开始溢油时，再拧紧油塞，电动机内腔注油完成。

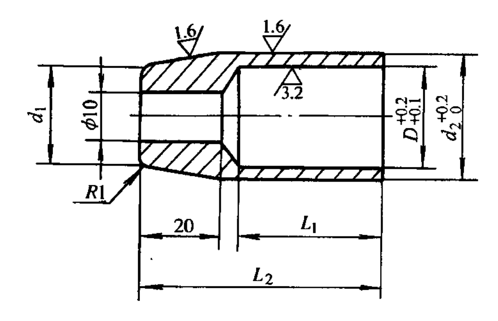


图 3-34　机械密封装配用导套

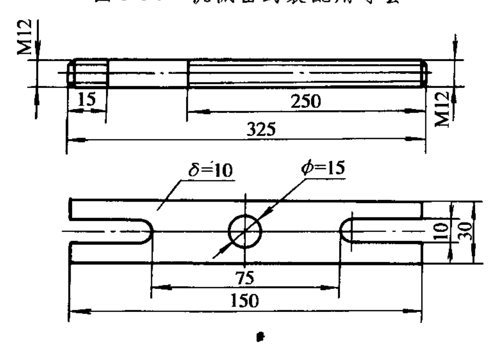


图 3-35　注油打压用螺杆及压板

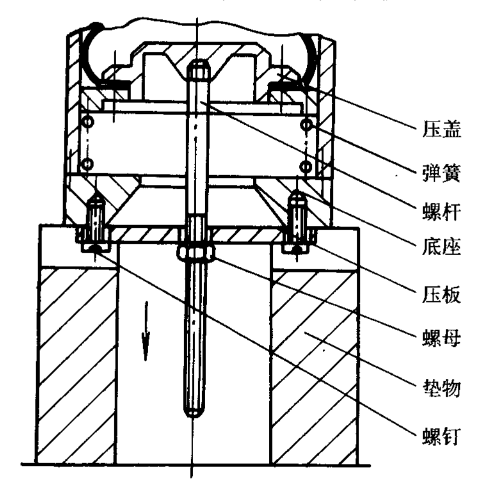


图 3-36　注油前拉紧弹簧方法

(11) 装连接支架　装完连接支架后，应保证电动机与潜水泵的连接尺寸符合要求。

(四) 充油式电动机的拆卸

充油式电动机的拆卸程序与装配程序相反。拆卸的基本步骤和注意点如下：

1) 按图 3-36 所示方法将油压弹簧拉紧，拧下油塞放油。

2) 拆下支架和密封盖，取出机械密封。

3) 拆下油囊护套（某些型号规格的充油式电动机的油囊护套与下端盖间采用螺纹连接，可用链钳拆装）。若不需更换油囊，则整个油缸装配部件不应再拆开。

4) 拆开信号线，卸下贫油触头装配。

5) 拧开下端盖螺栓，将下端盖连同转子一起抽出。拆卸时应注意不要碰擦定子绕组，以免绕组受损。若不需更换下轴承时，此部件不应再拆开。

6) 拆除上端盖。如引出电缆和接头密封均完好，则不要拆开上端盖。

(五) 屏蔽式电动机的拆卸与装配

屏蔽式电动机拆卸前，首先应检查定子绕组的绝缘电阻是否正常，直流电阻是否平衡，如定子绕组无故障，可按下列程序拆装和修理电动机；如定子绕组存在故障，一般情况下应送到生产厂或有条件的修理厂进行检修。

屏蔽式电动机的拆卸与装配过程与充水式电动机有部分相似，现简单加以说明。

(1) 屏蔽式电动机的拆卸　屏蔽式电动机拆卸时应小心、仔细，避免碰坏滑动轴承，定子部分的拆卸应视具体结构情况确定。

1) 电动机与泵分离　按充水式电动机的拆卸方法进行。

2) 电动机放水　按充水式电动机放水方法进行。电动机内部所充为防锈液时，应加以妥善保存。

3) 拆下底脚、底座，小心取下止推轴承并妥善保存。

4) 拆下联接法兰，小心取下机械密封，卸下上导轴承。

5) 拆下止推盘，卸下下导轴承，抽出转子。

6) 检查定子屏蔽结构，如定子屏蔽套与铁心为滚压结构或定子屏蔽套与端环为焊接结构，强行拆卸将造成屏蔽套的损坏，因此，如无合适的备件和专用工具，一般不宜拆卸。如屏蔽套与端环间采用活动密封结构，可按具体结构情况在专人指导下小心进行拆卸。

(2) 屏蔽式电动机的装配　除定子部分比较特殊外，屏蔽式电动机的装配程序与充水式电动机基本类似，可参照充水式电动机的装配程序和要求进行。

五、井用潜水电动机修理后的检验

电动机修理完毕总装后，应经过电气检查、机械检查，并经空载运行检查合格才可投入使用。

(一) 电气检查

1) 测量定子绕组、信号线（对充油式电动机）

和机壳相互间的冷态绝缘电阻，其值应不低于100MΩ，一般应在300MΩ以上。

2）测量定子绕组冷态直流电阻，任何二线间的电阻值与平均值之差一般不大于平均值的±3%。

3）定子绕组、信号线和机壳相互间的耐电压试验　对定子绕组重绕的电动机，其定子绕组和信号线相互间及分别对机壳施加交流50Hz、1760V的试验电压1min应不发生击穿。对于局部重绕或拆装清理过的电动机，其试验电压值参照本手册修理试验中的规定。充水式电动机的耐电压试验应在内腔充满水12h后进行。

4）定子绕组匝间冲击耐电压试验　电动机的定子绕组（导线直接浸水的除外）应能承受匝间冲击耐电压试验而匝间绝缘不发生击穿。

如限于试验条件，可以130%额定电压空载运转5min代替。充水式电动机不必进行本项试验。

（二）机械检查

1）与潜水泵连接处电动机的连接尺寸及公差应符合有关标准的规定。

2）电动机的动静密封检查（内腔耐压力试验）充水式电动机总装后，应从加水孔向内腔施加0.05MPa的水压，历时5min，各连接止口和轴伸端应无渗漏现象。当轴伸端油封唇口均朝外安装时，允许轴伸表面有微量渗漏，但这种渗漏应不影响检查的正常进行。

充油式电动机总装注油后，应进行内腔耐压力试验，检查动静密封的可靠性。按图3-37所示的方法进行该试验：旋转螺母使螺杆向左移动，对油囊施加压力，油压维持0.2MPa，静放6h，各连接止口和轴伸端应均无渗漏。

3）油量检查　充油式电动机空运转前应作放气

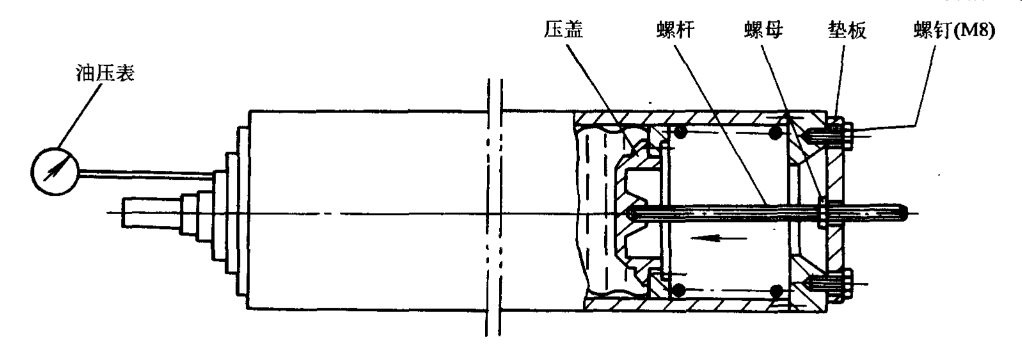


图3-37　充油式电动机内腔耐压力试验

检查和油量检查。测量H尺寸（见图3-38）应符合表3-27的要求。

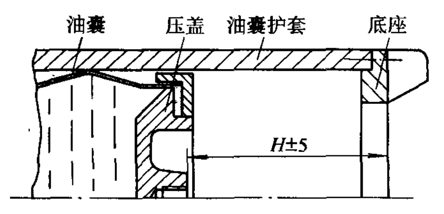


图3-38　充油式电动机油量检查

表3-27　充油式电动机油量检查尺寸H值　（mm）

型号	YQSY150A	YQSY200B、YQSY250B、YQSY300A
H	145	120

一般说来，充油式电动机的合适注油量可用下法确定：用螺杆和垫板将油压弹簧拉到全部并紧状态时，求得电动机的最大注油量V_{max}，则电动机的合适注油量

$$V=\frac{V_{max}}{1.1}$$

H尺寸过大，表示电动机内所注油量太少，应补充注油至规定要求，H尺寸过小，表示电动机内所充油量过多，热膨胀后体积太大，会使油囊过分膨胀，严重的会造成油囊破裂，对电动机产生重大损害。因此，H尺寸应严格控制，使电动机内腔充油量达到规定要求。

（三）空载运行检查

1. 机械检查

1）电动机应转动自如，轴承运转平稳轻快，无停滞现象，声音和谐均匀，不夹有害杂音。

2）电动机轴伸接合部分中点的圆周面在轴转动时的径向跳动应不大于表3-28的规定。

3）电动机与泵连接凸缘止口对轴中心线的径向跳动及端面跳动：对充油式或干式电动机应不大于0.08mm，对充水式电动机应不大于轴承的双面间隙加上0.01mm。

表 3-28　轴伸径向跳动限值　(mm)

轴伸直径	充油式或干式电动机	充水式电动机
≤28	0.04	0.07
>28~50	0.05	0.08
60~70	0.06	0.10

注：对充水式电动机，径向跳动限值不包括滑动轴承的双面间隙值。

2. 三相电流的对称性检查

3. 空载试验

4. 堵转试验

以上试验方法参见本手册《电动机修理试验》部分。

如有条件可按修理试验中有关要求对电动机进行全面的试验。

六、井用潜水电动机修理常用材料

(一) 耐水绕组线

SQYN 型和 SJYN 型聚乙烯绝缘尼龙护套耐水线的规格及尺寸分别见表 3-29 和表 3-30。SJV 型和 SV 型聚氯乙烯绝缘耐水绕组线的规格和尺寸分别见表 3-31 和表 3-32。SYJN 型和 SJYJN 型交链聚乙烯尼龙护套耐水线的规格和尺寸分别见表 3-33 和表 3-34。薄层 SQYN 型聚乙烯绝缘尼龙护套耐水绕组线的规格及尺寸见表 3-35。

表 3-29　SQYN 型耐水绕组线

漆包铜导体结构				聚乙烯绝缘标称厚度 /mm	尼龙护套标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm	导体直流电阻 /(Ω/m)	
根数/导体标称直径 /mm	导体直径偏差 /±mm	漆包线股大外径 /mm	导体标称截面 /mm²				最小值	最大值
1/0.60	0.006	0.674	0.28	0.30	0.10	1.60	0.05876	0.06222
1/0.63	0.006	0.704	0.31	0.30	0.10	1.65	0.05335	0.05638
1/0.67	0.007	0.749	0.35	0.30	0.10	1.70	0.04722	0.04979
1/0.71	0.007	0.789	0.40	0.30	0.10	1.75	0.04198	0.04442
1/0.75	0.008	0.843	0.45	0.30	0.10	1.80	0.03756	0.03987
1/0.80	0.008	0.884	0.50	0.30	0.10	1.85	0.03305	0.03500
1/0.85	0.009	0.939	0.56	0.30	0.10	1.90	0.02925	0.03104
1/0.90	0.009	0.989	0.63	0.30	0.10	1.95	0.02612	0.02765
1/0.95	0.010	1.044	0.71	0.30	0.10	2.00	0.02342	0.02484
1/1.00	0.010	1.094	0.80	0.30	0.10	2.05	0.02116	0.02240
1/1.06	0.011	1.157	0.90	0.30	0.10	2.10	0.01881	0.01995
1/1.12	0.011	1.217	1.00	0.30	0.12	2.20	0.01687	0.01785
1/1.18	0.012	1.279	1.12	0.30	0.12	2.25	0.01519	0.01609
1/1.25	0.013	1.349	1.25	0.30	0.12	2.30	0.01353	0.01435
1/1.30	0.013	1.402	1.32	0.30	0.12	2.40	0.01252	0.01325
1/1.32	0.013	1.422	1.40	0.30	0.12	2.40	0.01214	0.01285
1/1.40	0.014	1.502	1.60	0.30	0.12	2.45	0.01079	0.01143
1/1.50	0.015	1.606	1.80	0.35	0.12	2.65	0.009402	0.009955
1/1.60	0.016	1.706	2.00	0.35	0.12	2.75	0.008237	0.008749
1/1.70	0.017	1.809	2.24	0.40	0.15	3.00	0.007320	0.007750
1/1.80	0.018	1.909	2.50	0.45	0.15	3.20	0.006529	0.006913
1/1.90	0.019	2.012	2.80	0.45	0.15	3.30	0.005860	0.006204
1/2.00	0.020	2.112	3.15	0.45	0.15	3.40	0.005289	0.005600
1/2.12	0.021	2.235	3.55	0.50	0.15	3.65	0.004708	0.004983
1/2.24	0.022	2.355	4.00	0.50	0.15	3.75	0.004218	0.004462
1/2.36	0.024	2.478	4.50	0.55	0.15	4.00	0.003797	0.004023
1/2.50	0.025	2.618	5.00	0.55	0.15	4.10	0.003385	0.003584

表 3-30 SJYN 型耐水绕组线

绞合铜导体结构尺寸			聚乙烯绝缘标称厚度 /mm	尼龙护套标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm	导体直流电阻 ≤ /(Ω/m)
根数/单线标称直径 /mm	绞合导体标称直径 /mm	标称截面 /mm^2				
7/0.80	2.40	3.55	0.55	0.15	3.90	0.005098
7/0.90	2.70	4.5	0.55	0.15	4.20	0.004028
7/1.00	3.00	5.6	0.60	0.15	4.60	0.003263
7/1.12	3.36	7.1	0.60	0.15	4.95	0.002601
19/0.63	3.15	6.0	0.65	0.15	4.85	0.003028
19/0.71	3.55	7.5	0.65	0.15	5.25	0.002384
19/0.75	3.75	8.5	0.65	0.15	5.45	0.002137
19/0.80	4.00	9.5	0.65	0.15	5.70	0.001878
19/0.85	4.25	10.6	0.65	0.15	5.95	0.001664
19/0.90	4.50	11.8	0.65	0.15	6.20	0.001484
19/0.95	4.75	13.2	0.65	0.15	6.45	0.001332
19/1.00	5.00	15.0	0.70	0.15	6.85	0.001202
19/1.06	5.30	17.0	0.70	0.15	7.15	0.001070
19/1.12	5.60	19.0	0.75	0.15	7.50	0.0009582
19/1.18	5.90	21.2	0.75	0.15	7.80	0.0008633
19/1.25	6.25	23.6	0.75	0.15	8.20	0.0007693
19/1.32	6.60	26.5	0.80	0.15	8.70	0.0006899
19/1.40	7.00	30.0	0.80	0.15	9.10	0.0006133

表 3-31 SJV 型耐水绕组线

绞合铜导体结构尺寸			聚氯乙烯绝缘标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm	导体直流电阻 ≤ /(Ω/m)
根数/单线标称直径 /mm	绞合导体标称直径 /mm	标称截面 /mm^2			
7/0.80	2.40	3.55	0.60	3.70	0.005098
7/0.85	2.55	4.00	0.60	3.85	0.004427
7/0.90	2.70	4.50	0.60	4.00	0.004028
7/0.95	2.85	5.00	0.60	4.15	0.003544
7/1.00	3.00	5.60	0.65	4.45	0.003263
7/1.12	3.36	7.10	0.65	4.80	0.002601
19/0.63	3.15	6.00	0.65	4.60	0.003028
19/0.71	3.55	7.50	0.65	5.00	0.002384
19/0.75	3.75	8.50	0.70	5.30	0.002137
19/0.80	4.00	9.50	0.70	5.55	0.001878
19/0.85	4.25	10.60	0.75	5.90	0.001664
19/0.90	4.50	11.80	0.75	6.15	0.001484
19/0.95	4.75	13.20	0.75	6.40	0.001332
19/1.00	5.00	15.00	0.75	6.65	0.001202
19/1.06	5.30	17.00	0.80	7.05	0.001070
19/1.12	5.60	19.00	0.80	7.35	0.0009582
19/1.18	5.90	21.20	0.80	7.65	0.0008633
19/1.25	6.75	23.60	0.80	8.00	0.0007693

表 3-32　SV 型耐水绕组线

实心铜导体结构			聚氯乙烯绝缘标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm	导体直流电阻 / (Ω/m)	
根数/导体标称直径 /mm	导体直径偏差 / ± mm	标称截面 /mm²			最小值	最大值
1/0.60	0.006	0.28	0.35	1.40	0.05876	0.06222
1/0.63	0.006	0.31	0.35	1.45	0.05335	0.05638
1/0.67	0.007	0.35	0.35	1.50	0.04722	0.04979
1/0.71	0.007	0.40	0.35	1.55	0.04198	0.04442
1/0.75	0.008	0.45	0.35	1.60	0.03756	0.03987
1/0.80	0.008	0.50	0.35	1.65	0.03305	0.03500
1/0.85	0.009	0.56	0.35	1.70	0.02925	0.03104
1/0.90	0.009	0.63	0.35	1.75	0.02612	0.02765
1/0.95	0.010	0.71	0.35	1.80	0.02342	0.02484
1/1.00	0.010	0.80	0.35	1.85	0.02116	0.02240
1/1.06	0.011	0.90	0.35	1.90	0.01881	0.01995
1/1.12	0.011	1.00	0.35	1.95	0.01687	0.01785
1/1.18	0.012	1.12	0.35	2.05	0.01519	0.01509
1/1.25	0.013	1.25	0.40	2.20	0.01353	0.01435
1/1.30	0.013	1.32	0.40	2.25	0.01252	0.01325
1/1.32	0.013	1.40	0.40	2.25	0.01214	0.01285
1/1.40	0.014	1.60	0.40	2.35	0.01079	0.01143
1/1.50	0.015	1.80	0.40	2.45	0.009402	0.009955
1/1.60	0.016	2.00	0.40	2.55	0.008237	0.008749
1/1.70	0.017	2.24	0.40	2.65	0.007320	0.007750
1/1.80	0.018	2.50	0.45	2.85	0.006529	0.006913
1/1.90	0.019	2.80	0.45	2.95	0.005860	0.006204
1/2.00	0.020	3.15	0.45	3.10	0.005289	0.005600
1/2.12	0.021	3.55	0.45	3.21	0.004708	0.004983
1/2.24	0.022	4.00	0.50	3.45	0.004218	0.004462
1/2.36	0.024	4.50	0.50	3.55	0.003797	0.004023
1/2.50	0.025	5.00	0.50	3.70	0.003285	0.003584
1/2.65	0.027	5.50	0.60	4.05	0.003014	0.003190
1/2.80	0.028	6.18	0.60	4.20	0.002658	0.002857
1/3.00	0.030	7.10	0.60	4.40	0.002351	0.002488
1/3.15	0.032	7.80	0.80	5.00	0.002131	0.002258
1/3.35	0.034	9.00	0.80	5.20	0.001885	0.001996
1/3.55	0.036	10.00	0.80	5.45	0.001678	0.001778
1/3.75	0.038	11.20	0.80	5.60	0.001504	0.001593
1/4.00	0.040	12.50	0.80	5.85	0.001322	0.001400

表 3-33 SYJN 型耐水绕组线

实心铜导体结构			交联聚乙烯绝缘标称厚度 /mm	尼龙护套标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm	导体直流电阻 /（Ω/m）	
根数/导体标称直径 /mm	导体直径偏差 /± mm	标称截面 /mm²				最小值	最大值
1/0.80	0.008	0.50	0.35	0.10	1.80	0.03305	0.03500
1/0.85	0.009	0.56	0.35	0.10	1.85	0.02925	0.03104
1/0.90	0.009	0.63	0.35	0.10	1.90	0.02612	0.02765
1/0.95	0.010	0.71	0.35	0.10	1.95	0.02342	0.02484
1/1.00	0.010	0.80	0.35	0.10	2.00	0.02116	0.02240
1/1.06	0.011	0.90	0.35	0.10	2.10	0.01881	0.01995
1/1.12	0.011	1.00	0.35	0.10	2.15	0.01687	0.01785
1/1.18	0.012	1.12	0.35	0.10	2.30	0.01519	0.01609
1/1.25	0.013	1.25	0.40	0.10	2.40	0.01353	0.01435
1/1.30	0.013	1.32	0.40	0.10	2.45	0.01252	0.01325
1/1.32	0.013	1.40	0.40	0.10	2.45	0.01214	0.01285
1/1.40	0.014	1.60	0.40	0.10	2.55	0.01079	0.01143
1/1.50	0.015	1.80	0.40	0.10	2.65	0.009402	0.009955
1/1.60	0.016	2.00	0.40	0.10	2.75	0.008237	0.008749
1/1.70	0.017	2.24	0.40	0.10	2.85	0.007320	0.007750
1/1.80	0.018	2.50	0.45	0.10	3.05	0.006529	0.006913
1/1.90	0.019	2.80	0.45	0.10	3.15	0.005860	0.006204
1/2.00	0.020	3.15	0.45	0.15	3.35	0.005289	0.005600
1/2.12	0.021	3.55	0.45	0.15	3.45	0.004708	0.004983
1/2.24	0.022	4.00	0.50	0.15	3.70	0.004218	0.004462
1/2.36	0.024	4.50	0.50	0.15	3.80	0.003797	0.004023
1/2.50	0.025	5.00	0.50	0.15	3.95	0.003385	0.003584
1/2.65	0.027	5.50	0.60	0.15	4.30	0.003014	0.003190
1/2.80	0.028	6.30	0.60	0.15	4.45	0.002698	0.002857
1/3.60	0.030	7.10	0.60	0.15	4.85	0.002351	0.002488
1/3.15	0.032	7.80	0.80	0.15	5.00	0.002131	0.002258
1/3.35	0.034	9.00	0.80	0.15	5.40	0.001885	0.001996
1/3.55	0.036	10.00	0.80	0.15	5.60	0.001678	0.001778
1/3.75	0.038	11.20	0.80	0.15	5.80	0.001504	0.001593
1/4.00	0.040	12.50	0.80	0.15	6.05	0.001322	0.001400

表 3-34 SJYJN 型耐水绕组线

绞合铜导体结构尺寸			交联聚乙烯绝缘标称厚度 /mm	尼龙护套标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm	导体直流电阻 ≤ /（Ω/m）
根数/单线标称直径 /mm	绞合导体标称直径 /mm	标称截面 /mm²				
7/0.80	2.40	3.55	0.55	0.15	3.90	0.005098
7/0.90	2.70	4.5	0.55	0.15	4.20	0.004028
7/1.00	3.00	5.6	0.60	0.15	4.60	0.003263
7/1.12	3.36	7.1	0.60	0.15	4.95	0.002601
19/0.63	3.15	6.0	0.65	0.15	4.85	0.003028

（续）

绞合铜导体结构尺寸			交联聚乙烯绝缘标称厚度 /mm	尼龙护套标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm	导体直流电阻 ≤ /（Ω/m）
根数/单线标称直径 /mm	绞合导体标称直径 /mm	标称截面 /mm²				
19/0.71	3.55	7.5	0.65	0.15	5.25	0.002384
19/0.75	3.75	8.5	0.65	0.15	5.45	0.002137
19/0.80	4.00	9.5	0.65	0.15	5.70	0.001878
19/0.85	4.25	10.6	0.65	0.15	5.95	0.001664
19/0.90	4.50	11.8	0.65	0.15	6.20	0.001484
19/0.95	4.75	13.2	0.65	0.15	6.45	0.001332
19/1.00	5.00	15.0	0.70	0.15	6.85	0.001202
19/1.06	5.30	17.0	0.70	0.15	7.15	0.001070
19/1.12	5.60	19.0	0.75	0.15	7.50	0.0009582
19/1.18	5.90	21.2	0.75	0.15	7.80	0.0008633
19/1.25	6.25	23.6	0.75	0.15	8.20	0.0007693
19/1.32	6.60	26.5	0.80	0.15	8.70	0.0006899
19/1.40	7.00	30.0	0.80	0.15	9.10	0.0006133

表 3-35　薄层 SQYN 型耐水绕组线

标称截面 /mm²	导电芯线根数/单线直径 /mm	漆层双边厚 /mm	绝缘标称厚度 /mm	护套标称厚度 /mm	绕组线平均外径上限 /mm
0.4	1/0.71	0.09	0.26	0.12	1.56
0.45	1/0.73	0.09	0.26	0.12	1.58
0.5	1/0.77	0.09	0.26	0.12	1.62
0.5	1/0.80	0.09	0.26	0.12	1.65
0.56	1/0.85	0.09	0.26	0.12	1.70
0.63	1/0.90	0.09	0.26	0.12	1.75
0.71	1/0.96	0.09	0.26	0.12	1.81
0.8	1/1.00	0.11	0.26	0.12	1.87
0.9	1/1.06	0.11	0.26	0.12	1.93
1.0	1/1.12	0.11	0.26	0.12	1.99
1.1	1/1.16	0.11	0.26	0.12	2.03
1.25	1/1.25	0.11	0.26	0.12	2.12
1.3	1/1.30	0.11	0.26	0.12	2.17
1.4	1/1.35	0.11	0.26	0.12	2.22
1.6	1/1.40	0.11	0.26	0.12	2.27
1.8	1/1.50	0.11	0.26	0.12	2.37
2.0	1/1.60	0.11	0.26	0.12	2.47
2.2	1/1.68	0.11	0.26	0.12	2.55
2.24	1/1.70	0.11	0.26	0.12	2.57
2.5	1/1.80	0.12	0.26	0.12	2.68
2.8	1/1.90	0.12	0.40	0.15	2.12
3.15	1/2.00	0.12	0.40	0.15	3.22

（二）引出扁电缆

额定电压 500V 及以下充水式潜水电动机配套使用的 YQSB 型和 YQSBF 型铜芯橡皮绝缘橡皮护套扁电缆的规格和尺寸见表 3-36。其中 YQSB 型为天然橡胶护套扁电缆，主要用于井下，YQSBF 型为氯丁橡胶护套扁电缆，可用于井口或井下。

表 3-36　YQSB 型和 YQSBF 型橡套扁电缆规格和尺寸

芯数×标称截面/mm^2	导电线芯 根数/单线标称直径/mm	绝缘标称厚度/mm	护套标称厚度/mm	电缆外形尺寸/mm 标称	最大
3×1	32/0.20	0.6	1.2	4.9×9.9	5.3×10.7
3×1.5	30/0.25	0.6	1.4	5.6×11.1	6.0×12.0
3×2.5	49/0.25	0.8	1.8	7.5×15.4	8.1×16.7
3×4	56/0.30	0.8	1.8	8.1×17.0	8.7×18.4
3×6	84/0.30	0.8	2.0	9.1×19.3	9.8×20.9
3×10	84/0.40	1.0	2.0	10.9×24.6	11.7×26.6
3×16	126/0.40	1.0	2.0	12.1×28.3	13.1×30.6
3×25	196/0.40	1.2	3.0	15.8×35.3	17.0×38.1
3×35	276/0.40	1.2	3.0	17.1×39.3	18.5×42.4
3×50	396/0.40	1.4	3.0	19.0×45.0	20.5×48.6

（三）水润滑轴承

1）P23-1、P117 和 D-2 型径向水润滑滑动轴承的基本尺寸见表 3-37。

2）D-2、P117 和 P23-1 水润滑止推轴承的基本尺寸见表 3-38。

表 3-37　径向轴承基本尺寸　（mm）

内径 d	25	28	30	35	36	40	45	50	55	(56)	62	80	85	100	118
外径 D	41	44	50	55	56	60	65	71	79	80	86	108	113	128	146
长度 L	25	30	30	35	40	45	45	50	55	55	60	80	85	100	120

表 3-38　水润滑止推轴承的基本尺寸　（mm）

外径 D	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
内径 d	15	20	20	25	30	30	35	35	35	40
厚度 e_r	10	10	10	10	10	12	12	15	15	15
定位孔中心圆直径 D_1	25	30	32.5	37.5	42.5	45	50	52.5	55	60

外径 D	85	90	95	100	110	120	130	140	170
内径 d	45	50	55	55	55	70	70	70	90
厚度 e_r	15	15	15	15	15	15	20	20	25
定位孔中心圆直径 D_1	65	70	72.5	77.5	82.5	95	100	105	130

七、井用潜水电动机主要系列的定子绕线模及尺寸

1. YQS 系列充水式井用潜水电动机的绕线模见图 3-39，绕线模尺寸见表 3-39。

2. YQSZ 系列充水式井用潜水电动机的绕线模见图 3-40，绕线模尺寸见表 3-40。

3. JQSY250 和 $YQSY_a$250 充油式井用潜水电动机的绕线模见图 3-41，绕线模尺寸见表 3-41。

4. YQSY 系列电动机的绕线模见图 3-42，绕线模尺寸见表 3-42。

5. YQS 系列改进型电动机的绕线模见图 3-43，绕线模尺寸见表 3-43。

6. YQS 系列改进型电动机的绕线模见图 3-43，绕线模尺寸见表 3-44。

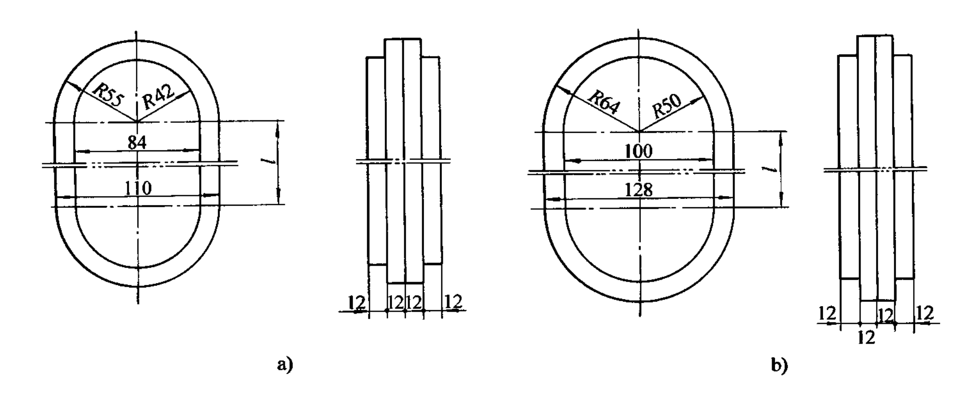


图 3-39　YQS 系列电动机的绕线模

a）YQS200　b）YQS250

表 3-39　YQS 系列电动机绕线模尺寸

型号	YQS200								YQS250									
功率/kW	4	5.5	7.5	9.2	11	13	15	18.5	7.5	9.2	11	13	15	18.5	22	25	30	37
l/mm	203	217	235	281	305	332	365	415	190	200	210	230	254	280	835	365	398	440

a)

b)

c)

图 3-40　YQS2 系列电动机的绕线模

a）YQS2-150　b）YQS2-200　c）YQS2-250

表 3-40　YQS2 系列电动机绕线模尺寸

型号	YQS2-150				YQS2-200							YQS2-250							
功率/kW	3	4	5.5	7.5	4	5.5	7.5	9.2	11	13	15	11	13	15	18.5	22	25	30	37
l/mm	300	350	390	425	195	212	245	270	320	330	360	200	222	240	315	335	360	430	480

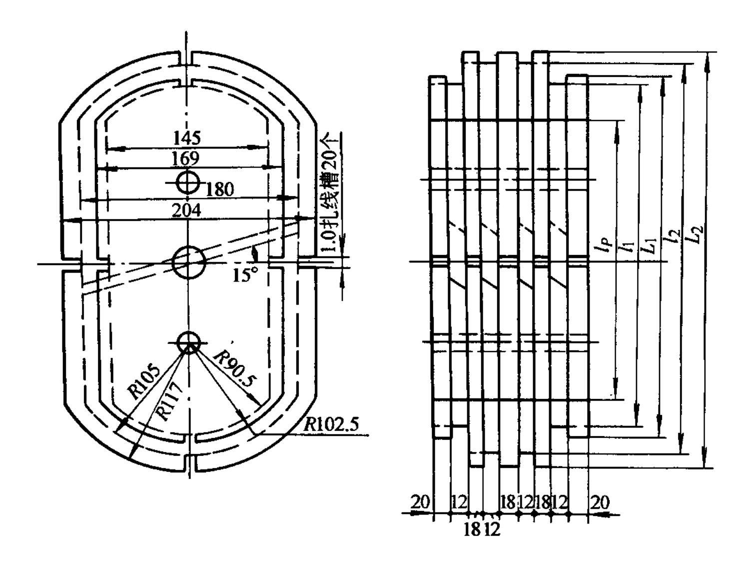


图 3-41　JQSY250 和 YQSY$_a$250 电动机绕线模

表 3-41　JQSY250 和 YQSY$_a$250 电动机绕线模心尺寸　(mm)

型　　号	JQSY250				YQSY$_a$250				
功率/kW	17	22	28	34	17	22	28	34	40
l_p	175	195	235	265	190	220	270	300	360
l_1	245	265	305	335	260	290	340	370	430
l_2	275	295	335	365	290	320	370	400	460
L_1	275	295	335	365	290	320	370	400	460
L_2	305	325	365	395	320	350	400	430	490

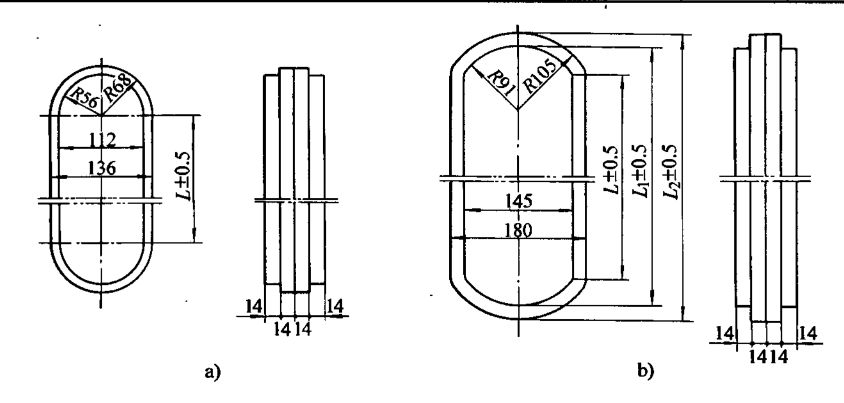


图 3-42　YQSY 系列电动机绕线模
a) YQSY200　b) YQSY250

表 3-42a　YQSY200 电动机绕线模尺寸

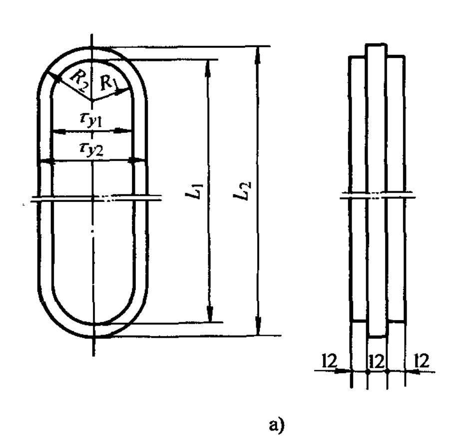
功率/kW	4	5.5	7.5	9.2	11	13	15	18.5	22	25	30	37	45
L/mm	130	165	190	215	245	270	320	375	430	480	550	635	755

表 3-42b　YQSY250 电动机绕线模尺寸　(mm)

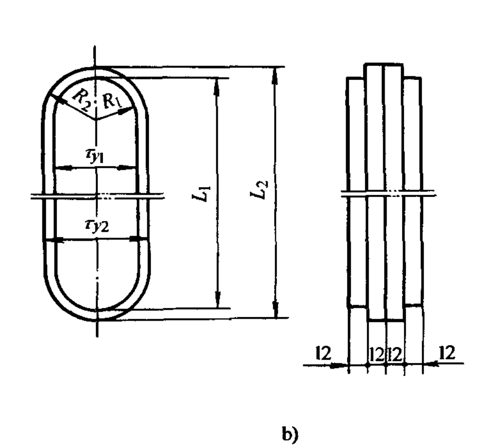
功率/kW	15	18.5	22	25	30	37	45	55	64	75	90	110	132
L	220	245	275	305	345	395	480	540	610	705	800	910	1060
L_1	293	318	348	378	418	468	553	613	683	778	873	983	1133
L_2	322	347	377	407	447	497	582	642	712	807	902	1012	1162

表 3-42c　YQSY100 电动机绕线模尺寸　(mm)

功率/kW	1.5	2.2	3
τ_{y1}		70	
τ_{y2}		90	
R_1		35	
R_2		45	
L_1	236	276	316
L_2	256	290	336



a)



b)

图 3-43　YQS 系列改进型电动机绕线模
a) YQS150、YQS200　b) YQS175、YQS250

表 3-43　YQS 系列改进型电动机绕线模尺寸　(mm)

机座号	150				175					
功率/kW	3	4	5.5	7.5	3	4	5.5	7.5	9.2	11
τ_{y1}	72				98					
τ_{y2}	100				124					
R_1	36				49					
R_2	50				62					
L_1	342	378	402	432	263	276	292	312	330	381
L_2	372	408	432	462	289	303	318	338	357	407

（续）

机座号	175		200							
功率/kW	13	15	3	4	5.5	7.5	9.2	11	13	15
τ_{y1}	98				90					
τ_{y2}	124				120					
R_1	49				45					
R_2	62				60					
L_1	449	477	266	280	288	300	326	355	400	422
L_2	475	503	296	318	325	340	366	395	442	466

机座号	250									
功率/kW	7.5	9.2	11	13	15	18.5	22	25	30	37
τ_{y1}	106									
τ_{y2}	138									
R_1	53									
R_2	69									
L_1	285	295	307	329	343	379	425	464	476	546
L_2	328	338	350	372	386	422	468	507	519	589

表 3-44　YQS 系列改进型电动机绕线模尺寸　　（mm）

机座号	250						
功率/kW	15	18.5	22	25	30	37	45
L	195	220	245	275	305	345	395
L_1	268	293	318	348	378	418	468
L_2	297	322	347	377	407	447	497

机座号	250						
功率/kW	55	63	75	90	110	125	140
L	460	520	615	720	880	945	1025
L_1	533	593	688	793	953	1018	1098
L_2	562	622	717	822	982	1047	1127

机座号	200							
功率/kW	4	5.5	7.5	9.2	11	13	15	18.5
L	93	100	110	150	170	197	225	250
L_1	—							
L_2	—							

第三节　潜水电泵的修理

一、潜水电泵的使用、维护与常见故障及处理

（一）潜水电泵的使用与维护

1. 使用前的准备与检查

1）潜水电泵使用前，应检查电动机定子绕组对地绝缘电阻，其值一般在 50～100MΩ 以上。当测得的冷态绝缘电阻值低于 1MΩ 时，应检查原因，排除故障后才能使用，否则可能造成电动机绕组的损坏。

2）潜水电泵使用前，应安装好专用的保护开关或规格相符的过载保护开关，以使潜水电泵在使用中发生故障时，能得到可靠的保护而不致损坏电动机绕组或整台电动机。

3）潜水电泵使用前，应可靠接地，潜水电泵引出电缆芯线中带有接地标志的黄绿双色接地线应可靠接地。如果限于条件没有固定的地线时，可在电源附近或在潜水电泵使用地点附近的潮湿土地中埋入深 2m 的金属棒作为地线。

4）潜水电泵使用前，对充油式和干式潜水电泵应检查电动机内部或密封油室内是否充满了油，如未加满应补充注满；对充水式潜水电泵，电动机内腔应充满清水或按制造厂规定配制的水溶液。

5）潜水电泵一般应垂直吊装，不要横向着地使用（卧式潜水电泵除外）；不应陷入淤泥之中，防止因电动机散热不良导致损坏。潜水电泵外面可用竹框或网篮罩住，防止水草杂物堵塞滤网、影响潜水电泵吸水或轧住叶轮、损坏潜水电泵。

6）潜水电泵一般不应脱水运转，如需在地面上进行试运转时，其脱水运转时间一般不应超过 2min。充水式潜水电泵如电动机内部未充满清水或不能充满清水（过滤循环式）时，严禁脱水运转。

7）三相潜水电泵使用前，应检查旋转方向是否正确，如清水电泵起动后出水量小，说明转向反，应立即停车，换接潜水电泵引出电缆或线路任意二相位置。

2. 定期检查与维护

1）潜水电泵使用中，应经常利用停车间歇检查定子绕组的绝缘电阻值，以确保使用的可靠性，防患于未然。一旦发现绝缘电阻低于 1MΩ 时，应停止使用、进行检修。

2）对潜水电泵的运行情况应进行经常的监视，如发现流量突然减少或有异常的振动或噪声时，应及时停机、进行检修。

3）潜水电泵移动或搬运时，应先切断电源，并不得用力拖拽电缆，以免损伤电缆。如电缆损坏应立即更换。

4）机械密封是充油式潜水电泵和干式潜水电泵的关键部件，为了保证潜水电泵运行的可靠性，在运行一定时间（一般为 2500h）后，应对机械密封进行检查、维修或更换。

5）潜水电泵使用满一年（对频繁使用的潜水电泵，可适当缩短时间），应进行定期的检查和修理，更换油封、O 型圈等易损件以及磨损的泵过流零件。

（二）常见故障及处理

潜水电泵的常见故障、产生的可能原因及处理方法见表 3-45。

表 3-45　潜水电泵常见故障及处理

常见故障	可　能　原　因	处　理　方　法
1. 潜水电泵不能起动	（1）电源电压过低	（1）将电压调整到 342V 以上。在抗灾排涝的紧急情况下必须使用潜水电压。而电压又低于 342V 时，可适当调大潜水电泵保护开关的整定电流，但使用时应控制电流不超过电动机额定电流的 1.1 倍，并控制使用时间，使电动机不致超载过久、造成损坏
	（2）电源断相或断电。如电缆芯线断裂、熔断器熔断、开关接触不良、保护装置动作等	（2）检查熔断器、开关和保护装置，修复断电或断相处
	（3）泵叶轮卡住	（3）拆检水泵、清除杂物
	（4）电缆过细过长	（4）当潜水电泵使用地距电源较远、电缆较长，压降过大时，应适当加粗电缆截面：电缆长度增加一倍，电缆截面也相应增加一倍

（续）

常见故障	可能原因	处理方法
1. 潜水电泵不能起动	（5）接插件接触不良或损坏	（5）修理或更换接插件
	（6）热保护器动作	（6）潜水电泵温度已超过额定温度，应等待定子绕组温度降低，热保护器自动复位
	（7）热保护器损坏	（7）更换同样型号规格的热保护器
	（8）单相电动机离心开关接触不良或损坏	（8）修理或更换离心开关
2. 潜水电泵突然不转	（1）电源断电	（1）检查断电原因并及时排除故障
	（2）保护开关跳闸	（2）检查电源电压及使用扬程是否在规定范围内，将电压和潜水电泵运行工况调整到允许范围
	（3）电缆断裂	（3）将电缆断裂处接好，并用绝缘胶带包扎好。如断裂后连接处需浸水，应按电缆接头防水连接及密封要求进行处理（见第三章第二节）或更换电缆
	（4）热保护器动作	（4）检查热保护器动作原因，等待其自动复位或进行修理调整
	（5）潜水电泵堵转	（5）泵叶轮卡住，应拆检水泵、清除杂物；轴承等转动零件损坏，应加以修理或更换
	（6）电动机定子绕组烧坏	（6）进行大修、重新更换定子绕组
3. 潜水电泵出水少	（1）使用扬程过高	（1）按规定使用范围适当降低使用扬程或另选合适规格的潜水电泵
	（2）过滤网堵塞	（2）清除过滤网内外及潜水电泵周围的水草杂物，必要时可用竹框或网篮罩住潜水电泵，防止水草杂物进入
	（3）旋转方向反	（3）调换潜水电泵引出电缆或电源任意二相位置
	（4）叶轮或泵体流道阻塞	（4）拆检水泵，清除叶轮或泵体流道中的杂物
	（5）叶轮或泵盖磨损	（5）拆检水泵，修理或更换叶轮或泵盖
	（6）水位过低或泵部分已脱水运行	（6）调整潜水电泵的潜入深度
	（7）潜水电泵所排放的水中含固体杂质太多或水粘度太高	（7）适当调整潜水电泵的工作位置或另选合适规格的潜污水电泵
4. 定子绕组烧坏	（1）电缆接地线与芯线错接（2）绕组匝间短路（3）充油式或干式电动机密封损坏进水，绕组对地击穿（4）潜水电泵超载运行或二相运行时间过长（5）潜水电泵脱水运行时间过长（6）上泵式潜水电泵，电动机陷入泥中运行（7）叶轮卡住，电动机堵转时间过长（8）潜水电泵开停过于频繁（9）电缆受损进水，定子绕组受潮，匝间击穿或对地击穿（10）潜水电泵遭受雷击	排除故障、拆除损坏绕组，按原样重新修复绕组

二、潜水电泵定子绕组的故障检查与修理

潜水电泵长期潜入水中运行，使用条件比较恶劣，运行中出现的噪声、振动、温度等异常变化不易受到直接监视，尤其是在农村使用的部分潜水电泵保护装置较差，运行中产生的各种故障如未能及时发现并加以适当处理，最终均反映在电动机定子绕组的故障上。因此，定子绕组的故障是潜水电泵最常见的故障之一。

（一）定子绕组的常见故障及检查

1. 绕组接地

（1）绕组接地的主要原因　潜水电泵在水下运行时，干式或充油式电动机定子绕组受潮，绕组绝缘会失去绝缘作用；潜水电泵长期低电压运行，长期过载，绝缘老化；运行中因轴承损坏，造成定转子相擦或制造过程中绝缘碰擦受损伤；以及雷击造成绕组绝缘损坏等，都可能造成各种结构潜水电泵定子绕组的接地故障。

（2）接地故障的检查　对低压潜水电泵用500V绝缘电阻表测量定子绕组（或电缆芯线）对机壳的绝缘电阻，其值接近于零，表示绕组接地；农村中如无绝缘电阻表时，可用万用表电阻挡测量定子绕组引出线（或电缆芯线）对机壳（或电缆接地芯线）的电阻，其值较小，表示绕组接地；也可用校验白炽灯进行检验，将检验灯的一端接定子绕组引出线，另一端接机壳，通220V电压后，如灯泡亮表示定子绕组接地。这时，可检查定子绕组端部绝缘和接近槽口部分的槽绝缘有无破裂或发焦，如绝缘破裂发焦，就可能是绕组的接地点。

2. 绕组短路

（1）绕组短路的主要原因　干式和充油式潜水电泵定子绕组的短路故障主要包括匝间短路、相间短路、线圈间短路和极相组处短路等几种；充水式潜水电泵定子线圈直接浸在水中，因此，其定子绕组的短路故障只有对地短路一种，也即充水式潜水电泵的绕组短路故障就是绕组对地短路故障。绕组短路故障产生的主要原因有：潜水电泵使用环境恶劣，干式或充油式电动机定子绕组受潮，在使用中产生的过电压作用下，绕组绝缘局部击穿；农村使用的潜水电泵，电压过低、电流长期过大，造成过热、绝缘老化，局部发生击穿、潜水电泵制造过程中绕组绝缘未垫好及下线过程或定子搬运过程中绝缘局部损坏；潜水电泵使用中遭雷击，造成绝缘击穿损坏。

（2）绕组短路的检查　干式和充油式潜水电泵定子绕组发生短路时，由于短路电流大、短路处过热，绝缘容易老化、发焦、变脆，因此，可用肉眼检查定子绕组绝缘烧焦处，并用嗅觉检查有焦味处，一般往往就是绕组短路处。有条件时，可用简单的仪表进行检查：在定子绕组出线端串接三只电流表，然后通入低电压，如果三相电流表读数相差较大（正常情况，三相电流表读数相差不超过10%，如果相差超过10%，表明情况异常），则电流读数大的一相极可能就是短路相。因某相绕组短路相当于部分线圈并联，该相绕组电阻减小，电流就会变大。如用电桥检查，比用电流表检查方便。只要用电桥测量潜水电泵各相绕组的电阻，如三相电阻值相差在5%以上，则电阻较小的一相绕组极可能就是发生短路的一相。如有短路侦察器，可直接测出绕组短路的部位：先将短路侦察器与一只电流表串联后接入电源，然后将短路侦察器放入定子内圆表面定子槽口上，逐槽进行检查。如果检查至某槽处电流表读数突然增大，则表明该槽内的线圈发生短路。

3. 绕组断路

干式和充油式潜水电泵定子绕组的断路故障主要有匝间断路、一相断路、并联导线中一根断路或并联支路一路断路等几种。造成的主要原因是匝间短路未及时发现，局部过热烧断；绕组连接处焊接不良，局部过热脱焊；制造过程中存在隐患，使用中不当（如扯拉、碰撞等）造成断路。

干式和充油式潜水电泵定子绕组断路故障可用仪表进行检查。由于潜水电泵定子绕组制造过程中，星形连接的中性点或三角形接法与电缆的连接点均包扎密封起来，检查时必须将连接点的密封包扎拆开。对三角形接法的定子绕组，可用万用表电阻挡或绝缘电阻表或检验灯逐相进行检查，对星形接法的绕组，可通过中性点逐相进行检查。如用万用表电阻档或绝缘电阻表测得的绕组电阻值为无穷大，则表示该相绕组断路，如用检验灯检查时灯不亮，同样表示该相绕组断路。

对用多根导线并绕或多路并联的潜水电泵定子绕组，可采用电桥或电流表来检查并联导线断路或并联支路断路。用电桥测量三相绕组的电阻，如三相绕组的电阻值相差超过10%，则电阻大的一相绕组一般为断路相。用电流表检查时，对星形接法的定子绕组，应在每相绕组中接入电流表，三相绕组并联，加上低电压，如三相电流值相差超过10%，则电流小的一相绕组一般为断路相；对三角形接法的绕组应逐相通入低电压，在同样的电压下，如三相电流值相差超过10%，则电流小的一相绕组一般为断路相。

除用仪表检查外，对绕组端部的导线断开现象，可用目测检查，找出端部导线断裂处。

充水式潜水电泵定子绕组直接浸水，绕组的断路故障一般均转变成绕组对地故障。

（二）定子绕组的修理

通过定子绕组故障的检查找到故障部位后，可按照故障部位绕组的损坏程度进行不同的修理。

1）故障部位在绕组端部、损坏轻微的，可进行

局部整修。断线处重新接好，包上绝缘材料，再套上绝缘套管后绑扎牢固；接地处或短路处用绝缘材料隔开，重新包扎，然后浸漆烘干或涂刷绝缘漆后烘干。

耐水绝缘导线的轻微损坏可用自粘性橡胶带进行包扎，具体包扎方法可按本章第二节第二部分（二）接头包扎与密封中介绍的方法进行。

2）故障部位在槽部的，一般应更换线圈，故障严重的，应更换整个绕组。干式和充油式潜水电泵定子绕组的重绕、嵌线及绝缘浸渍处理工艺参见第三章有关部分，充水式潜水电泵定子绕组的重绕与嵌线可按本章第二节第二部分（一）定子绕组的修理中介绍的方法进行。

3）干式和充油式潜水电泵的定子绕组，由于工作环境恶劣、使用湿度大，采用陆用电动机常用的沉浸 1032 有溶剂漆二次，绕组的防潮性能较差。采用环氧类浸渍漆，如 J831 环氧快干浸渍树脂和 H30-9 少溶剂环氧浸渍漆，可提高定子绕组的耐潮绝缘性能，缩短浸烘时间，提高产品质量。

干式和充油式潜水电泵定子绕组浸渍 J831 环氧快干浸渍树脂工艺：

1）在气候干燥的季节，可采用一次冷浸工艺，将定子绕组在室温下浸渍 J831 环氧快干浸渍树脂 20min，然后在室温下滴漆 30min 以上，送入烘房，在 140°C ± 5°C 温度下干燥 4h。

2）在气候潮湿的季节，如黄霉季节或雨季，定子绕组在浸渍前应先进行干燥处理，可在 120°C 的烘箱或烘房中预烘 2h；修理时，如缺乏烘箱或干燥室，也可直接对定子绕组通以低压电流进行干燥（具体方法可参照本章第二节第三部分（一）定子绕组的修理中所介绍的方法进行）；如有条件采用去湿机驱除定子绕组中的潮气，可达到同样效果，并可节省电能和人力：建造一小容积的密封驱潮室，将需干燥的定子放入驱潮室内，用空气去湿机对密封驱潮室中的空气进行循环，可使驱潮室中的定子绕组达到驱潮干燥的效果。

定子绕组驱潮后，在室温下或 50～60°C 下浸渍 J831 环氧快干浸渍树脂 20min，然后滴漆、烘干。

（三）绝缘油的处理

干式潜水电泵的密封室内、充油式潜水电泵的密封室和电动机内腔均充满油液，修理时，应将油液放出，经沉淀，过滤后，可重新注入密封室内使用，油量不足应加以补充。注入充油式电动机内的回收油液，应经过干燥处理，以保证良好的绝缘性能。干燥处理方法参照本章第二节第三部分（一）定子绕组的修理中所介绍的方法进行。

（四）接头的包扎与密封

潜水电泵定子绕组修理时，一般应重新进行导线与引出线（或电缆）间的连接。对干式或充油式电动机，按一般低压交流电动机修理中的方法进行；对充水式电动机，定子绕组耐水绝缘导线与电缆线之间及耐水绝缘导线星形连接中性点的包扎密封会直接影响潜水电泵的绝缘性能，从而影响电泵工作的可靠性和使用寿命，应参照本章第二节第二部分（二）接头包扎与密封中所介绍的方法进行。

三、潜水电泵主要零部件的修理

（一）机械密封

（1）潜水电泵常用机械密封的结构　潜水电泵常用的机械密封有多种结构，按照每套机械密封中密封端面的对数来分，可分为双端面机械密封和单端面机械密封二大类。每大类中均有许多不同的结构以及不同的密封环材料配对，以适应不同介质、不同结构潜水电泵的使用要求。

1）双端面机械密封的典型结构与材料　潜水电泵常用的双端面机械密封的典型结构如图 3-44 所示。该密封由两道密封副组成，靠近泵端的外道密封主要用以防止机外杂质、砂粒侵入，并防止密封室内油液外泄和机外水进入，常用高硬度耐磨材料如碳化钨、碳化硅、氧化铝陶瓷以及氮化硅材料制成密封环，具体材料的选用，按照潜水电泵不同的工作条件和对制造成本的要求加以确定。QW 型或 WQ 型污水污物潜水电泵、QWK 型、QBK 型矿用隔爆型潜污水电泵以及 QX 型抽送水中带颗粒杂质的下泵型潜水电泵，常选用碳化钨或碳化硅密封环，其抗砂耐磨性能好，使用寿命长，但价格则较高。靠近电动机端的内道密封主要用以阻止密封室油液或从机外漏入密封室的水继续向电动机内部渗漏。其密封环材料主要由不锈钢、铸铁或铜等金属材料与石墨、塑料等配对。

双端面机械密封除用于干式下泵型潜水电泵外，也可用于充油式、干式等上泵型潜水电泵。广泛用于功率较小的 QY 型充油式潜水电泵或 Q 型干式潜水电泵中的整体式机械密封盒就是一种双端面机械密封，只是在其外部加了一个密封安装盒，使整个密封装配出厂时成为整体状态，方便了安装使用，也可减少因装配不当对密封性能造成的影响。

常用双端面机械密封的主要尺寸见表 3-46。

2）单端面机械密封的典型结构与材料　潜水电

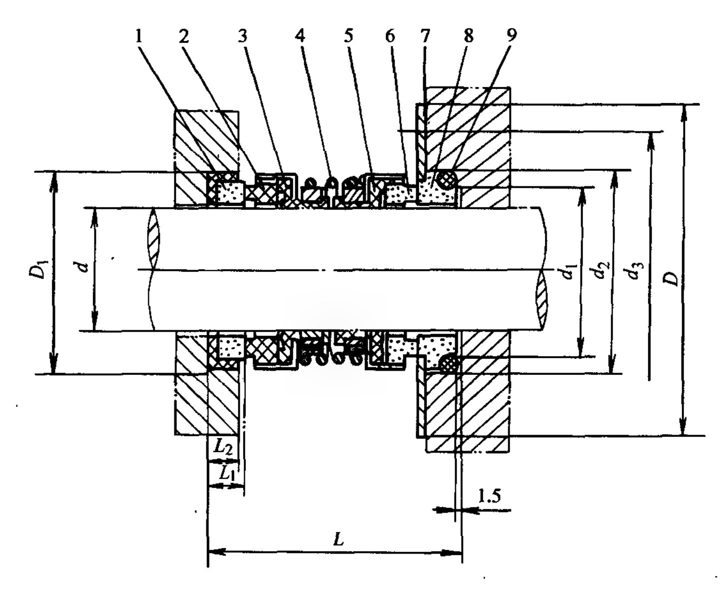


图 3-44 双端面机械密封

1—氧化铝静环 2—石墨动环 3、5—橡胶件 4—弹簧 6—碳化钨或碳化硅动环 7—压板 8—碳化钨或碳化硅静环 9—O 型圈

表 3-46 双端面机械密封尺寸 (mm)

尺寸	d	d_1	d_2	d_3	D	D_1	L	L_1	L_2
规格 \ 偏差	h6	H11	H8	±0.1		H8			
UU4701-16-00	16	23	27	40	52	27	36	4	5
UU4701-18-00	18	27	33	45	55	33	36	6	7.5
UU4701-20-00	20	29	35	50	60	35	49	6.5	8
UU4701-22-00	22	31	37	52	63	37	49	6.5	8
UU4701-24-00	24	33	39	54	65	39	49	6.5	8
UU4701-25-00	25	34	40	60	72	40	51	6.5	8
UU4701-28-00	28	37	43	61	73	43	51	6.5	8
UU4701-30-00	30	39	45	65	82	45	59	6.5	8
UU4701-32-00	32	42	48	68	84	48	61	6.5	8
UU4701-33-00	33	42	48	69	86	48	61	7.5	9
UU4701-35-00	35	44	50	75	94	50	61	7.5	9
UU4701-38-00	38	49	56	80	97	56	61	7.5	9
UU4701-40-00	40	51	58	82	100	58	64.5	7.5	9
UU4701-43-00	43	54	61	85	103	61	65	8	9.5
UU4701-45-00	45	56	63	87	105	63	65	8	9.5
UU4701-48-00	48	59	66	89	106	66	65	8	9.5
UU4701-50-00	50	62	70	93	109	70	69.5	8	9.5
UU4701-53-00	53	65	73	96	112	73	69.5	8	9.5
UU4701-55-00	55	67	75	98	114	75	71	8	9.5
UU4701-58-00	58	70	78	101	117	78	71	8	9.5
UU4701-60-00	60	72	80	105	124	80	74.5	8	9.5

（续）

尺　　寸	d	d_1	d_2	d_3	D	D_1	L	L_1	L_2
规格 \ 偏差	h6	H11	H8	±0.1		H8			
UU4701-63-00	63	75	83	109	127	83	74.5	8	9.5
UU4701-65-00	65	77	85	112	130	85	79	9.5	11
UU4701-68-00	68	81	90	115	132	90	79	9.5	11
UU4701-70-00	70	83	92	117	135	92	79	9.5	11

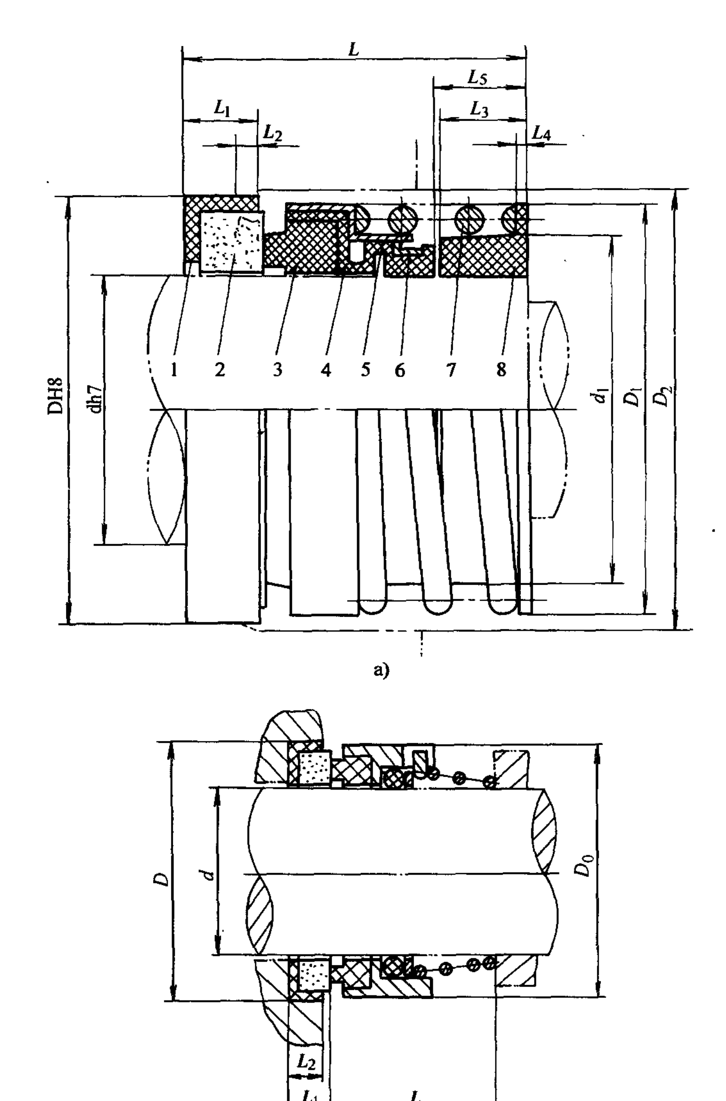


图 3-45　单端面机械密封

1—橡胶密封垫　2—静密封环　3—动密封环　4—橡胶波纹管

5—传动套　6—紧圈　7—弹簧　8—弹簧座

泵常用的单端面机械密封的典型结构见图3-45。这种机械密封只有一道密封端面，即所谓“单端面”。单端面机械密封在潜水电泵中可一套单独安装使用，也可按照需要安装二套正向串联使用（见图3-46）。二套单端面机械密封串联使用时，每套密封的作用基本上与双端面机械密封每道的作用类似。一套单端面机械密封单独用于充油式电动机时，既要防止机外杂质、砂粒和水进入，又要防止机内油液外泄，密封要求较高，密封环材料要求较高，常采用碳化钨或碳化硅材料制作；如安装于充水式电动机轴伸端，一般只要求起防砂作用，可用氧化铝陶瓷、氮化硅或其他较硬的材料制作密封环，成本相对较低廉。

常用的单端面机械密封的主要尺寸见表3-47。

（2）机械密封的修理　机械密封的修理过程包括机械密封的拆卸、零部件的检查、修理或更换、密封环的研磨和密封的装配。各种类型机械密封的修理程序基本相同，现以整体式机械密封盒为例加以说明。

表3-47　单端面机械密封尺寸　(mm)

公称尺寸	d	D	D_0	L	L_1	L_2	公称尺寸	d	D	D_0	L	L_1	L_2
规格＼偏差	h7	H8					规格＼偏差	h7	H8				
M2-14	14	25	24	19	5	4.5	M2-40	40	58	56	33.5	9	7.5
M2-16	16	27	26	21	5	4.5	M2-43	43	61	59	36.5	9.5	8
M2-18	18	33	32	21	7.5	6	M2-45	45	63	61	38	9.5	8
M2-20	20	35	34	21	8	6.5	M2-48	48	66	64	38	9.5	8
M2-22	22	37	36	24	8	6.5	M2-50	50	70	66	38	9.5	8
M2-24	24	39	38	25	8	6.5	M2-55	55	75	71	41	9.5	8
M2-25	25	40	39	25.5	8	6.5	M2-60	60	80	80	42	9.5	8
M2-28	28	43	42	25.5	8	6.5	M2-65	65	85	85	45	9.5	8
M2-30	30	45	44	25.5	9	7.5	M2-70	70	92	90	45	11	9.5
M2-32	32	48	46	33.5	9	7.5	M2-75	75	97	99	50	12	10
M2-33	33	48	47	33.5	9	7.5	M2-80	80	105	104	50	12	10
M2-35	35	50	49	33.5	9	7.5	M2-90	90	115	114	60	12	10
M2-38	38	56	54	33.5	9	7.5							

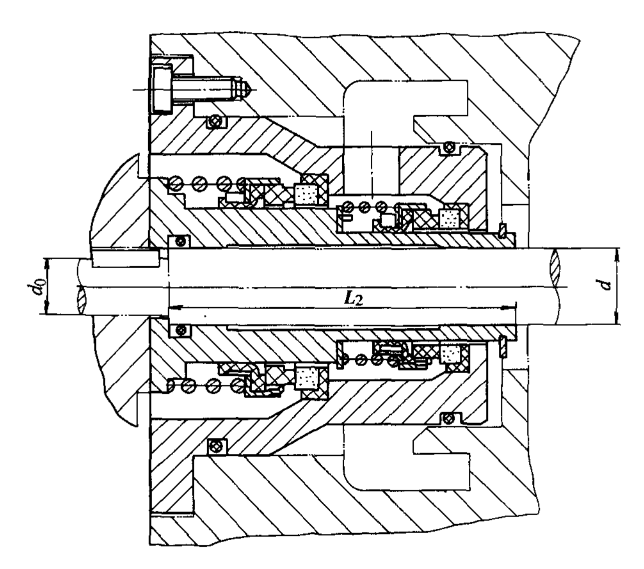


图3-46　单端面机械密封串联结构

QY 型充油式潜水电泵或 Q 型干式潜水电泵　正常运行 2500～3000h 或更长时间（有的制造厂规定可正常运转 4000～5000h）后，应对潜水电泵和机械密封盒进行拆解检查；当潜水电泵运行中出现漏水等故障时，应立即停机进行检修，对机械密封盒进行拆解检查。

整体式机械密封盒的拆卸如图 3-47 所示。旋开机械密封盒，按图小心进行拆卸，防止密封环碎裂。拆卸后，将零件清洗干净，然后对各零件进行检查。如密封环磨损严重或碎裂，应调换密封环甚至更换整个机械密封盒。如密封环磨损并不严重，其他零件也完好时，可对密封盒加以修理后重新装配使用。此时，动、静密封环应重新进行磨削与研磨。要求研磨后的密封环表面不平直度 < 6μ，表面粗糙度 R_a = 0.025μm。

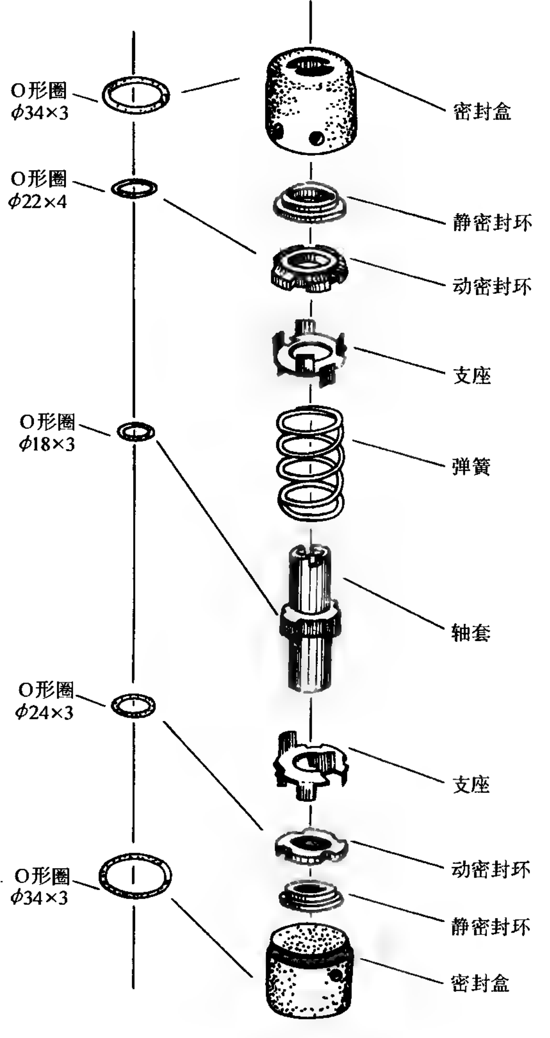


图 3-47　整体式机械密封盒的拆卸

机械密封盒装配前，应仔细检查各零件是否完整、齐全，有否损坏，O 型橡胶密封圈是否变形，如发生变形，应加以调换，不然运行中会发生泄漏。研磨好的机械密封环表面不能用于触摸，更不能碰擦。安装时应保持各零件及装配现场的清洁，密封环安装时，表面应涂一层清洁的机油。安装时不要用力过猛，不要使密封环受到冲击力的作用。

密封盒装配后，应经过 0.2MPa（相当于 2kgf/cm²）的气压试验，历时 5min 不漏气，方可装入潜水电泵中使用。试验检查方法详见本章第二节充油式潜水电泵装配后的压力试验。

（二）零件表面磨损的修理

潜水电泵零件使用后，如表面产生磨损或穿孔，一般应进行更换。当修理过程中缺乏适当的零件进行更换时，可采用树脂填充法进行修理，此种方法工艺简单、质量可靠、成本低廉。方法如下：

（1）零件的表面处理　通过喷砂或打磨将零件表面处理干净，零件的内表面可用低浓度的酸液除锈，再用水冲洗后干燥。要求进行修理的零件表面无油污和锈斑，最好能用丙酮等溶剂将需粘接、填充处擦洗一遍。

（2）配环氧树脂胶和环氧填充胶

1）环氧树脂胶　环氧树脂 10g，低分子聚酰胺 7g，充分搅拌均匀，随配随用。

2）环氧填充胶　环氧树脂胶加入两倍重量的铸石粉，进行充分揉捏后立即使用。

（3）零件表面上胶和填充　已处理好的零件磨损部位先均匀地涂一层薄薄的环氧树脂胶，剩下的环氧树脂胶配制成环氧填充胶后，立即填充在已涂环氧树脂胶的零件磨损部位。填充后的表面应紧密、平整，有一定的加工余量。

（4）固化　经环氧树脂填充后的零件应充分固化，固化条件为常温 24h 或 70°C、2h。

（5）加工　填充处环氧树脂已固化的零件可用车床加工至要求尺寸，也可用锉刀或刮刀等进行修整。

四、常用潜水电泵的拆卸与装配

潜水电泵品种繁多，不同的潜水电泵有不同的结构，因而有不同的拆卸和装配方法及要求。现以 QY 型充油式、QX 型（QDX 型）干式和 QS 型充水式三种典型结构的常用潜水电泵为例，介绍潜水电泵的拆卸与装配的顺序与主要要求。

拆卸前，应擦净潜水电泵表面的污垢与灰尘，选

择合适的拆装场地，清理现场并保持现场的整洁和干净；按照所需检修的潜水电泵的结构型式，详细阅读使用维护说明书和本章所述有关内容，熟悉该潜水电泵的具体结构和特点，由此准备好进行拆装所需的工具和设备。

拆卸前，在可能条件下，应对潜水电泵进行一次检查，确定电动机绕组的绝缘电阻值和直流电阻值，对潜水电泵发生的故障进行初步分析，为更好地进行拆检和维修作好准备。

（一）QY 型充油式潜水电泵的拆卸与装配

1. 拆卸程序及注意点

充油式潜水电泵零部件的拆卸如图 3-48。拆卸前，先拆下电动机上、下端盖的加油螺钉和放油螺钉，将密封室内和电动机内的油液放入盛器内，处理备用。先拆开潜水电泵上部的泵部分，按图 3-48 中从上到下顺序先拆下管接头、泵体、叶轮、泵座、进水节以及密封圈和尼龙导轴承，然后从轴上小心卸下

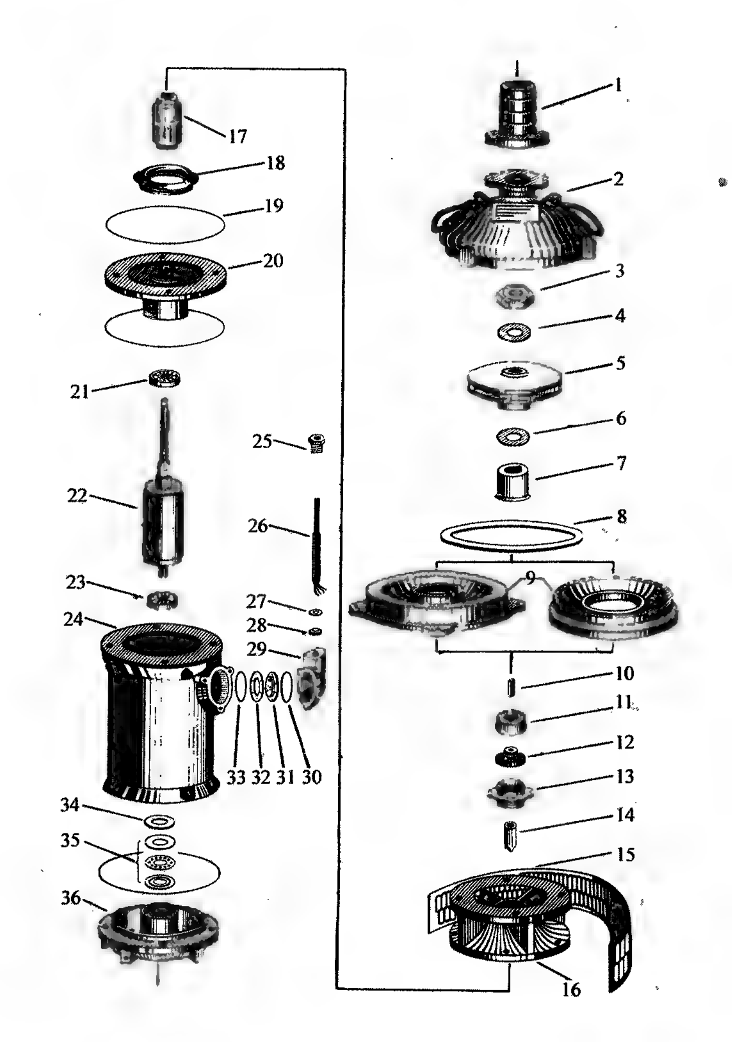


图 3-48 充油式潜水电泵零部件的拆卸

1—管接头 2—泵体 3—转子螺母 4—垫圈 5—叶轮 6—垫片 7—防砂垫 8—纸垫 9—泵座 10—键 11—防砂圈 12—密封圈 13—尼龙导轴承 14—轴套 15—过滤网 16—进水节 17—整体式机械密封盒 18—橡胶扩涨件 19—O 型密封圈 20—上端盖 21—上轴承（305） 22—转子 23—下轴承（204） 24—定子 25—出线盒螺母 26—橡胶电缆及护套 27—压紧垫圈 28—橡胶垫圈 29—出线盒 30—O 型密封圈 31—接线板 32—衬板 33—O 型密封圈 34—垫片 35—推力轴承（8204） 36—下端盖

整体式机械密封盒。拆卸电动机部分时注意不要碰伤电动机绕组的端接部分。

2. 充油式潜水电泵的装配

充油式潜水电泵装配的主要关键是保证充油式电动机的绝缘性能和密封性能。装配时要求电泵的全部零件保持清洁，电动机部分和密封室零件应保持干燥，绝不允许杂物和水分进入电动机内部。定期检修时，易损件应进行更换。装配时应对O型密封圈、橡胶扩涨件、接线板、衬板等零件进行检查，防止因密封件损伤造成电动机止口处发生不应有的泄漏。

(1) 零部件的检查、清洗和干燥　仔细检查潜水电泵各零部件，尤其是上、下端盖、机械密封盒、出线盒零件、电缆密封件、轴承和密封圈等零件，如有损伤，应进行修理或更换。零件应清洗干净并干燥待用。

(2) 电动机定子的清理与干燥　需进行检修的电动机定子应清理干净，为防止运行中侵入的水分残留在定子绕组内影响电动机的绝缘性能，定子绕组应进行干燥处理。已损坏的定子绕组应加以拆除，重新嵌线、浸漆。浸渍过程中定子内圆的残留漆应刮除。

(3) 转子清洗与装配　清洗转子并烘干；用干净汽油清洗轴承，要求清洗后的轴承转动轻快无杂音，然后将轴承放在机油中加热后进行热套。装上、下端盖，装配时，除需检查O型密封圈表面光洁、完好无损外，并应注意O型密封圈的安装位置正确，不要脱落到电动机内部或被止口损坏。

(4) 接电缆、装出线盒　要求电缆接线牢固，密封紧密，接线板压紧压平，出线盒密封可靠。

(5) 装整体式机械密封盒、扩涨件及进水节　机械密封是保证充油式潜水电泵在水中长期安全可靠运行的关键部件，要求经过修理或更换的整体式机械密封盒性能良好，装配后应进行压力试验（压力试验方法及工具见后），以保证潜水电泵在运行中不产生泄漏。

(6) 装轴套、尼龙轴承、密封圈和防砂圈　装配时要求轴承工作面清洁无尘埃，并可在其表面加少许润滑油。装配后用手转动轴伸，转子应能灵活旋转，不得有偏紧或过紧现象。否则应通过调节端盖的紧固螺母来加以消除。

(7) 装泵座、叶轮、泵体和管接头　装配时，应通过调整叶轮上、下垫片的高度来保证叶轮与泵体的相对位置：对离心泵，叶轮流道与泵座（或泵体）流道对齐；对混流泵，叶轮与泵座斜面间应保证适当的间隙。

（二）QX型和QDX型干式潜水电泵的拆卸与装配

1. 干式潜水电泵的拆卸

QX型和QDX型等下泵式潜水电泵的结构基本相似，其拆卸和装配过程也基本相同，现以图3-15所示的干式外装型潜水电泵的典型结构为例，说明干式下泵型潜水电泵的拆卸程序。

1) 首先拆下密封油室的加油螺钉，将油室内的液体放入干净容器内。如果密封室内放出的液体的主要成分是机械油，其中水含量不高，说明该台电泵的机械密封基本完好；反之，如液体的主要成分是水，含油量少或几乎全部是水，说明机械密封已损坏。

2) 拆除泵部分的管接头、滤水网，卸下泵盖、叶轮及泵体。

3) 卸下油室座，取下油封，从轴上小心取下机械密封，以防止机械密封环损坏。仔细检查机械密封环表面磨损情况，磨损严重的应进行修理或更换。橡胶油封一般应进行更换。

4) 松开电缆压紧螺母，拆下上盖，抽出电缆。拉出上端盖，拆除电缆线和热保护器接线。

5) 从定子内腔小心抽出转子，不要使转子与定子绕组端部相碰。检查上轴承和下轴承转动是否轻快，有无杂音，如轴承损坏，应从轴上用专用拉模拉下，进行更换。

拆下的电泵零部件应进行清理和检查，根据各零部件损坏程度的不同，分别进行修理或更换。

2. 干式潜水电泵的装配

干式潜水电泵装配的关键与充油式潜水电泵相同，主要是要保证干式电动机的绝缘性能和密封性能。其装配过程与拆卸过程正好相反，装配要求与充油式潜水电泵的装配要求相同。

1) 装配前的准备　对干式潜水电泵的各零部件进行检查、清理和干燥，损坏的零部件应进行修理。金属零部件表面应重新涂刷或喷涂防锈漆。

2) 电动机定子的清理、检查与干燥，要求定子绕组的对地绝缘电阻符合规定要求。

3) 转子清洗与干燥，轴承清洗、干燥后加润滑脂。对单相电动机，应检查离心开关触点表面及弹簧是否完好，有故障的应进行修理或更换。

4) 装转子和端盖、接电缆和热保护器，对电容起动电动机，并应装接好起动电容器。

5) 用压紧螺母压紧电缆密封垫，紧固并密封电缆，理好电缆线。在上盖止口处放好O型密封圈，装上盖。安装时，应将各紧固螺栓依次逐步固紧，防

止因O型密封圈压缩不均匀造成密封失效泄漏。

6）安装机械密封　将潜水电泵倒放在装配架上，按密封件排列顺序依次安装。安装时可在密封环表面加少许润滑油，同时注意切不可触摸或碰磕密封环表面，以免损坏密封面。在油室座止口处放好O型圈，内孔中放好橡胶油封后安装油室座。

7）装叶轮、泵体、泵盖和滤水网　安装时，对单叶片或多叶片的开式叶轮应通过叶轮垫圈和泵体垫圈来调整叶轮与泵盖间的间隙，然后将电泵正放，装管接头。密封室应加满润滑油。

（三）QS型充水式潜水电泵的拆卸与装配

1. 充水式潜水电泵的拆卸

QS型充水式上泵型潜水电泵结构比较简单，修理时的拆卸也比较方便，现以图3-17所示的充水式潜水电泵的典型结构为例，说明其拆卸程序。充水式电动机拆卸时应特别注意不要碰伤定子绕组耐水线，以免造成不必要的损坏。

1）拧下电动机下部的放水螺钉，放净电动机内的积水。如电动机为循环过滤式结构，机内之水已自动流失，不需再放水。

2）拆除管接头、泵体、泵盖、叶轮和泵座等泵零部件。

3）拆下上轴承盖，取出上部橡胶油封。

4）拆下下轴承盖和底座，取出下轴承和下部的橡胶油封。

5）拆卸上轴承盖，连同转子一起从定子内孔中小心抽出，注意不要使转子或轴端碰擦定子绕组上端部。

6）将上端盖、轴承、橡胶油封与转子分开。

以上拆卸程序可以按不同结构、不同具体情况进行适当更改，以更好地进行拆卸。拆卸后的零部件应进行清洗和检查，已损坏的零件应进行适当修理或更换，橡胶油封等易损件一般应重新进行更换。

2. 充水式潜水电泵的装配

装配前，应对各主要零部件进行仔细的检查。零部件应清洁，表面不得有杂物或颗粒杂质。电动机定子内圆表面、转子外圆表面和其他金属零部件表面应重新进行防锈、防腐蚀处理。

充水式潜水电泵的装配程序可按拆卸过程逆序进行，先装电动机、后装水泵。装配时各橡胶油封之间和轴承室应装满耐水性较好的润滑脂。安装泵叶轮和泵体时，其相对位置及调整方法见充油式潜水电泵的装配。

五、潜水电泵的检验

各种结构型式的潜水电泵检修完成后，应经过压力试验和电气检查，并经运行检查合格，方可正式投入使用。

（一）修理后的压力试验

1）凡承受水压的水泵零部件经修理或更换后，应进行水压试验（或气压试验）而无渗漏或其他异常现象，试验压力为1.5倍工作压力但不低于0.2MPa，历时5min。

2）带双端面机械密封或双道单端面机械密封的干式或充油式潜水电泵组装后，水泵侧的密封装置应能承受试验压力为泵最高扬程压力，但不低于0.2MPa的压力试验历时5min，无泄漏或其他异常现象。电动机内腔及电动机侧的密封装置应能承受为时5min的压力试验而无泄漏或其他异常现象，试验压力对充油式和干式潜水电泵为0.2MPa；对封闭结构的充水式潜水电泵为0.05MPa。

3）修理试验中如暂时缺乏压力试验设备，可用自行车打气筒和自制的气压接头对潜水电泵进行压力试验。现以2.2kW和3kW充油式潜水电泵修理或更换整体式机械密封盒后的气压试验为例加以说明。

按图3-49所示结构和尺寸制作2.2kW和3kW充油式潜水电泵气压试验用接头及装置。试验时将图3-49a所示的气压接头的一端（左端）旋入充油式电泵上端盖的加油螺孔内，另一端（右端）接自行车的打气筒；将图3-49b所示的小接头的左端旋入充油式潜水电泵下端盖的加油螺孔内，右端套上橡皮管或塑料管，通入盛水的容器内，整个潜水电泵应浸入水中。试验时，通过打气筒提高充油式潜水电泵密封室内的压力。其数值由压力表指示。试验持续5min，水中应无气泡冒出。如果塑料管中有气泡冒出，说明电动机侧的密封（第二道密封）有泄漏。如果电动机轴伸端冒气泡，说明水泵侧密封（第一道密封）有泄漏。

（二）潜水电泵修理后的电气检查

1）测量定子绕组对机壳的绝缘电阻　经过修理的潜水电泵，其定子绕组对机壳的绝缘电阻值一般应在50～100MΩ以上，如低于此值，说明干式或充油式潜水电泵定子绕组中的潮气和水分未驱除干净，应拆开电动机，将定子绕组重新烘干。对定子绕组未经重绕修理的充水式潜水电泵，其绝缘电阻值允许低于50MΩ，但不得低于1MΩ。

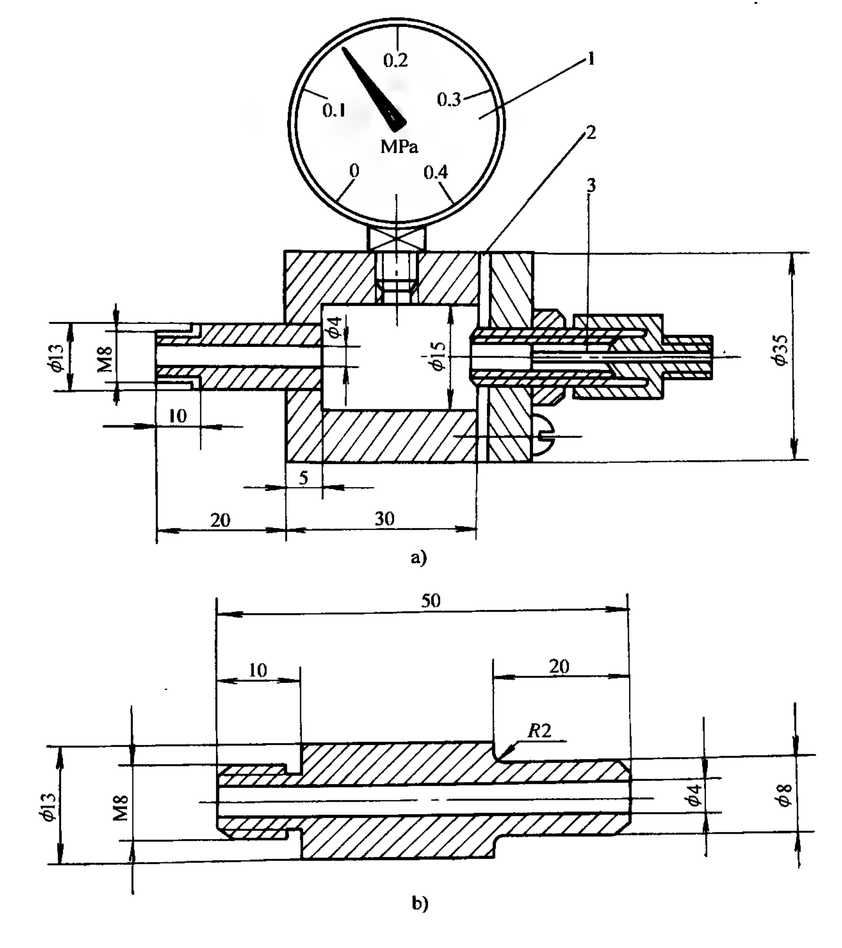


图 3-49　充油式潜水电泵气压试验用接头及装置

a）接头装置　b）小接头

1—压力表　2—橡胶垫圈　3—自行车内胎气门芯

2）对定子绕组经重绕修理的潜水电泵，应测量定子绕组的冷态直流电阻，要求任何二线间的电阻值与平均值之差一般不大于平均值的 ±3%。

3）定子绕组耐电压试验　对定子绕组经重绕修理的潜水电泵，其定子绕组应能承受为时 1min 的耐电压试验而不发生击穿，试验电压的频率为 50Hz，并尽可能为正弦波形。试验电压的有效值对三相额定电压 380V 的潜水电泵为 1760V，对三相额定电压 660V 的潜水电泵为 2320V，对单相潜水电泵为 1500V。对绕组部分重绕或拆装清理过的潜水电泵，其试验电压值参照本手册的有关规定。充水式潜水电泵的耐电压试验应在电动机内腔充满清水 12h 后进行。

4）定子绕组匝间冲击耐电压试验　干式或充油式潜水电泵的定子绕组应能承受匝间冲击耐电压试验而不发生匝间绝缘击穿。试验电压（峰值）对单相潜水电泵为 2000V；对额定电压为 380V 的三相潜水电泵，功率为 3kW 及以下者为 2300V，3kW 以上者为 2500V；对额定电压为 660V 的三相潜水电泵，功率为 3kW 及以下者为 3100V，3kW 以上者为 3400V。如限于试验条件，可以用 130% 额定电压空载运转 5min 代替。充水式潜水电泵不必进行匝间冲击耐电压试验。

（三）潜水电泵修理后的运行检查

1. 潜水电泵电动机装配后的检查

（1）三相电流的对称性检查　当三相电压平衡时，电动机三相空载电流中任何一相与三相平均值的偏差不大于三相平均值的 10%。

（2）额定电压时电动机空载电流和空载损耗的测定　在额定频率和额定电压下进行试验，试验方法参见五、“潜水电泵的检验”中的规定。

2. 潜水电泵总装后的检查

（1）机械检查　电泵应转动自如，平稳轻快，无

卡住、停滞等现象。

（2）额定流量时电泵扬程和电泵效率的测定　电泵在额定电压和额定流量下运转至稳定状态，测取输入功率 P_1（W）、电流 I_1（A）、压力表读数 P_e 和流量 Q'值，试验条件许可时并应测取电源频率 f_1 和电动机的转差率 s。

电泵的扬程

$$H' = \frac{P_e}{\rho g} + Z_0 + \frac{v^2}{2g} \quad (\mathrm{m})$$

式中　P_e——表压力，Pa；

ρ——水的密度，kg/m^3；

g——自由落体加速度，$g = 9.81 m/s^2$；

Z_0——试验水池水面至压力表中心的高度，m；

v——在测压孔处输水管内水的平均流速，$v = Q'/A$（m/s）；

A——在测压孔处输水管的截面积，m^2。

电泵的实际转速

$$n = \frac{(1-s)\ 60 f_1}{p} \quad (\mathrm{r/min})$$

式中　p——电动机的极对数，对二极电动机，$p=1$，四极电动机 $p=2$。

电泵的效率

$$\eta = \frac{\rho g Q' H'}{3.6 P_1} \times 100 \quad (\%)$$

式中　Q'——流量，m^3/h。

换算至规定转速 n_{sp}时的流量 Q、扬程 H：

$$Q = Q'\left(\frac{n_{sp}}{n}\right)$$

$$H = H'\left(\frac{n_{sp}}{n}\right)^2$$

n_{sp}值可按有关标准查取，或按表 3-48 查取。

（3）堵转试验　在额定电流值附近测定一点。

表 3-48　潜水电泵的规定转速　（r/min）

电泵类型	井用潜水电泵				小型潜水电泵	
机座号或极数	100～200	250	300	350、400	2 极	4 极
规定转速 n_{sp}	2850	2875	2900	1450	2860	1450

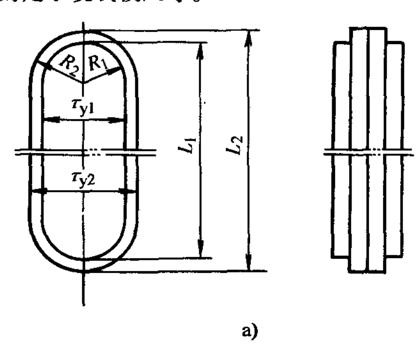
六、潜水电泵主要系列的定子绕线模尺寸

本节列出 QY 系列、QS 系列、QX 系列、QW 系列、QWK 系列三相潜水电泵和 QDX 系列、QD 系列单相潜水电泵的定子绕线模尺寸。

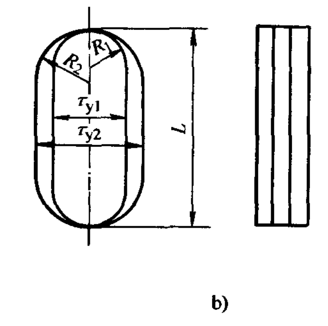
（1）QY 系列充油式潜水电泵的绕线模（图 3-50，表 3-49）

（2）干式潜水电泵的绕线模（图 3-50，表 3-50）

（3）充水式潜水电泵的绕线模（图 3-50，表 3-51）



a)



b)

图 3-50　潜水电泵绕线模

a）单层同心式　b）单层交叉式

表 3-49　充油式潜水电泵绕线模尺寸　（mm）

型号	QY									
功率/kW	2.2	2.2	3	2.2（改进型）	3（改进型）	4（改进型）	1.5	2.2	3	4
b_{y1}	86	82		86			79			
b_{y2}	96	100		96			66			

（续）

型　号	QY									
功率/kW	2.2	2.2	3	2.2	3	4	1.5	2.2	3	4
				改　进　型						
R_1	43	43		43			40			
R_2	48	51		48			33			
L_1	201	197	222	186	215	241	L			
L_2	231	225	250	216	245	271	186	211	235	275
绕组型式	单层同心式						单层交叉式			

表 3-50　干式潜水电泵绕线模尺寸　（mm）

型　号	QX						WQ			QW				QZ				
功率/kW	0.75	1.1	1.5	2.2	2.2	5.5	1.5	2.2	3	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	11	13	15
b_{y1}	70	70		82		70	66		87	66		82		84				
b_{y2}	85	85		100		82	79		104	79		98		94				
R_1	36	36		45.5		39.5	33		44	33		44		53				
R_2	48	48		51		48.5	40		52	40		52		65				
L_1	138	160	182	198	208	244	185	213	208	165	206	216	248	L				
L_2	155	178	200	224	234				230	195	236	232	264	195	245	315	350	375

表 3-51　QS 系列充水式潜水电泵绕线模尺寸　（mm）

型　号	QS			
功率/kW	3	4	5.5	7.5
b_{y1}	98			
b_{y2}	128			
R_1	49			
R_2	64			
L_1	215	235	270	305
L_2	245	265	300	335

（4）单相潜水电泵的绕线模（图 3-51，表 3-52）

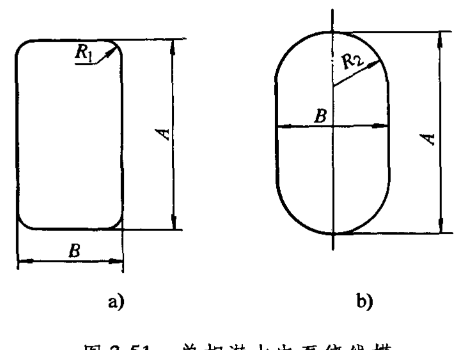


图 3-51　单相潜水电泵绕线模
a）QDX 系列　b）QD 型

表 3-52　单相潜水电泵绕线模尺寸　（mm）

型　号	QDX				QD
功率/W	180	250	370	550	400
主绕组 $A\times B\times R_1$	85×100×5	97×100×5	104×116×6.5	122×116×6.5	148×85×44.5
	77×82×5	89×82×5	96×95×6.5	114×95×6.5	132×72×38
	70×63×5	82×63×5	88×74×6.5	106×74×6.5	116×58×32
	63×45×5	75×45×5	80×53×5.5	98×53×5.5	100×45×27
	58×26×5	70×26×5	72×32×5.5	90×32×5.5	—

（续）

型　　号	QDX				QD
功率/W	180	250	370	550	400
副绕组 $A\times B\times R_2$	85×97×5	97×97×5	101×107×5	118×107×5	148×85×44.5
	77×79×5	89×79×5	94×87×5	111×87×5	132×72×38
	70×60×5	82×60×5	87×67×5	104×67×5	116×58×32
	63×43×5	75×43×5	80×47×5	97×47×5	100×45×27
	58×25×5	70×25×5	72×30×5	89×30×5	—

第四节　深井水泵用三相异步电动机的修理

一、概　　述

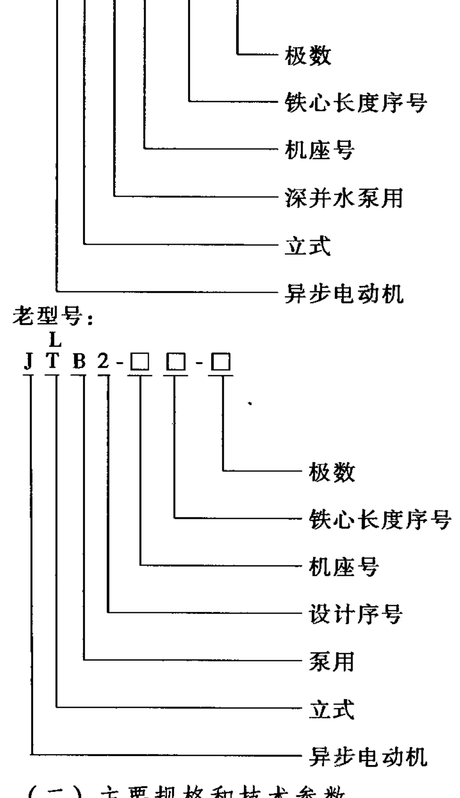
深井水泵装置由泵工作部件、泵管、传动轴、泵座和驱动电动机（深井水泵用三相异步电动机）等组成，用以抽吸深井中的地下水。它与潜水电泵的主要区别在于，泵工作部件安装在具有一定孔径的井管中，其驱动电动机——深井水泵用三相异步电动机装于井管以外的地面上，通过长轴进行传动。

深井水泵的特点是，泵部外径受到井径尺寸的严格限制，泵很细长，级数较多，额定扬程的改变通过增减泵级数来调节。驱动电动机在地面上工作，不受井径尺寸的限制，也不受井水的影响，但电动机与泵工作部件之间的动力传输要靠多级长轴传递，损耗较大。当泵工作部件安装较深，轴很长（达到 80～100m 以上）时，传动轴易产生故障。

由于深井水泵的泵管和传动轴均采用螺纹连接，当深井水泵正常运转时（从电动机上方向下俯视为逆时针方向），传动轴和泵管的连接螺纹均处于旋紧状态。然而，当深井水泵安装完毕进行试运转时，如果电动机与电源的连接未按规定程序先测定相序，则电动机的转向有可能相反，会造成深井水泵起动时短时间的逆转，从而对传动轴和泵管的各连接处产生不良的影响；当水泵从正常运行状态转入停止状态时，泵管中的水柱由于重力的作用向下流动，冲击叶轮，会使其逆向旋转，也会影响到传动轴与泵管连接螺纹的松动，从而影响螺纹连接的可靠性。为此，从保证泵管和传动轴螺纹连接的可靠性和保证深井水泵的运行安全性出发，在电动机部分安装了防逆转装置，以保证深井水泵在任何时刻均不会发生逆转（图 3-52）。

二、深井水泵用三相异步电动机的型号规格与使用条件

（一）型号说明



（二）主要规格和技术参数

YLB 系列深井水泵用三相异步电动机及 TLB2（JTB2）系列长轴深井水泵用三相异步电动机的主要规格和技术参数分别见表 3-53 及表 3-54。

（三）使用条件

1）海拔不超过 1000m；

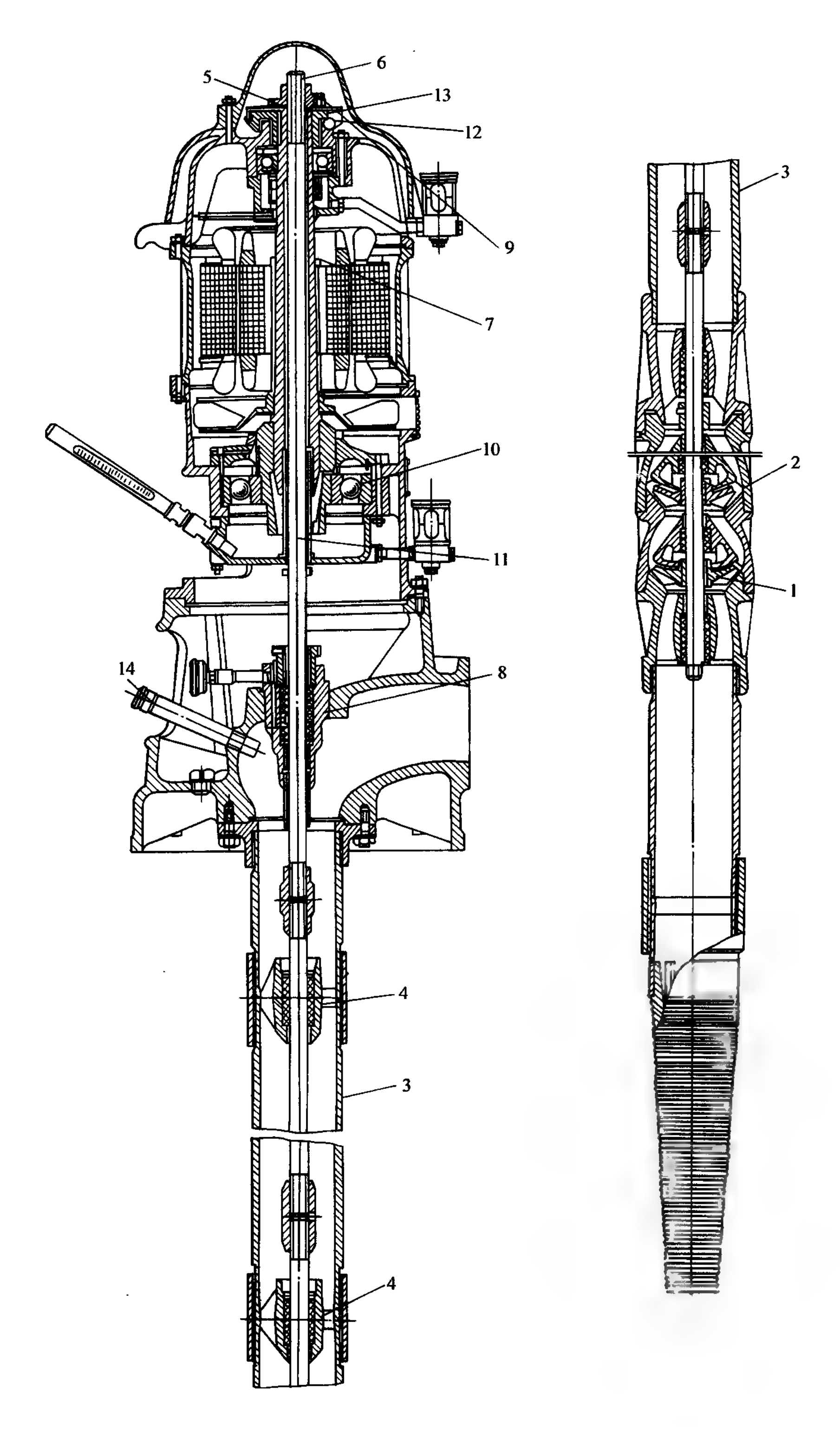


图 3-52　深井水泵装置

1—叶轮　2—泵体（中节）　3—泵管　4—传动轴轴承　5—螺母　6—传动轴　7—套管　8—轴密封装置　9—止动螺钉　10—下轴承（角接触球轴承）　11—油室套管　12—钢球　13—止退盘　14—预润管

表 3-53　YLB 系列深井水泵用三相异步电动机主要规格和技术参数

型号	额定功率/kW	额定电压/V	额定电流/A	同步转速/(r/min)	效率(%)	功率因数	最大轴向力/N	防护等级
YLB132-1-2	5.5	380	11.3	3000	83.8	0.88	7840	IP44
YLB132-2-2	7.5		15.3		84.8			
YLB160-1-2	11	380	22.5	3000	84.5	0.88	9800	IP23
YLB160-2-2	15		30.3		85.5			
YLB160-1-4	11		22.7	1500	86.5	0.85	12740	
YLB160-2-4	15		30.3		87.5	0.86		
YLB180-1-2	18.5	380	36.7	3000	87	0.88	12740	IP23
YLB180-2-2	22		43.4		87.5			
YLB180-1-4	18.5		37.1	1500	88	0.86	15680	
YLB180-2-4	22		43.9		88.5			
YLB200-1-2	30	380	58.9	3000	88	0.88	16660	IP23
YLB200-2-2	37		72.2		88.5			
YLB200-1-4	30		58.5	1500	89.5	0.87	21560	
YLB200-2-4	37		71.8		90			
YLB200-3-4	45		86.8		90.5			
YLB250-1-4	55	380	104.4	1500	91	0.88	28420	IP23
YLB250-2-4	75		141.5		91.5			
YLB250-3-4	90		169.8		91.5			
YLB280-1-4	110	380	206.4	1500	92	0.88	39200	IP23
YLB280-2-4	132		247.7		92			

表 3-54　JLB2、JTB2 系列长轴深井水泵用电动机主要规格和技术参数

型号	额定功率/kW	额定电压/V	额定电流/A	同步转速/(r/min)	效率(%)	功率因数	最大轴向力/N	防护型式
JTB2-42-2	5.5	380	11.2	3000	85.5	0.87	7840	IP44
JLB2-61-2	11	380	23	3000	84	0.87	9800	IP23
JLB2-62-2	15		31		84			
JLB2-63-2	18.5		38		85			
JLB2-64-2	22		45		86.5			
JLB2-61-4	11	380	22	1500	86	0.87	9800	IP23
JLB2-62-4	15		30		87			
JLB2-71-4	18.5	380	38	1500	86	0.87	21560	IP23
JLB2-72-4	22		45		86.5			
JLB2-73-4	30		59		87.5			
JLB2-74-4	40		77		89			
JLB2-75-4	45		85		90			
JLB2-81-4	55	380	106	1500	91	0.87	28420	IP23
JLB2-82-4	75		144		91			
JLB2-83-4	100		190		92			

2）环境空气温度最高不超过40°C；

3）环境空气温度最低为 -15°C；

4）最湿月平均最高相对湿度为90%，同时该月月平均最低温度不高于25°C；

5）使用场所不带特殊粉尘、异常气体及其他有害杂质。

三、结构与特点

YLB系列深井水泵用电动机及JLB2、JTB2系列长轴深井水泵用电动机有封闭式和防滴式两种结构，现分别介绍如下。

（一）封闭式结构及其特点

电动机为立式封闭结构（见图3-53a），上部的端盖中装有一只带防尘盖的单列向心球轴承，用油脂润滑；底座上装有以稀油润滑的角接触球轴承，用以承受电动机转子、水泵旋转部件和传动轴的重量及水泵运行时产生的轴向力。底座上设有油池，内装润滑油，转轴为空心轴，轴下端伸入油池中。轴旋转时产生的离心力使润滑油沿轴孔斜面向上流动，经轴上两个小孔甩出，流入角接触球轴承，起润滑和散热作用。底座上安排了加油孔和放油孔，并装有油标，用以观察油位高低。电动机机座带散热筋，上端带外风扇，外扇冷轴向通风散热，电动机转子端环带散热片，进行内通风循环。电动机上部装有防逆装置，通过圆柱销与防逆盘的作用能防止电动机逆向旋转。

电动机与长轴深井泵安装时，其底座上的配泵止口与长轴深井泵的安装止口配合，能保证电动机与泵安装后的同轴度；电动机联轴器与长轴深井泵连接时，通过调节螺母可以调整长轴深井泵的安装精度。

（二）防护式结构及其特点

电动机为立式防护结构，上部端盖装有以润滑油润滑的角接触球轴承，用以承受电动机转子、水泵旋转部件和传动轴的重量以及水泵运行时产生的轴向水推力。端盖上有油池，内装润滑油，轴上装有输油圈和甩油圈，电动机运转时，润滑油在离心力作用下沿输油圈斜面向上流动，经过若干小孔进入角接触球轴

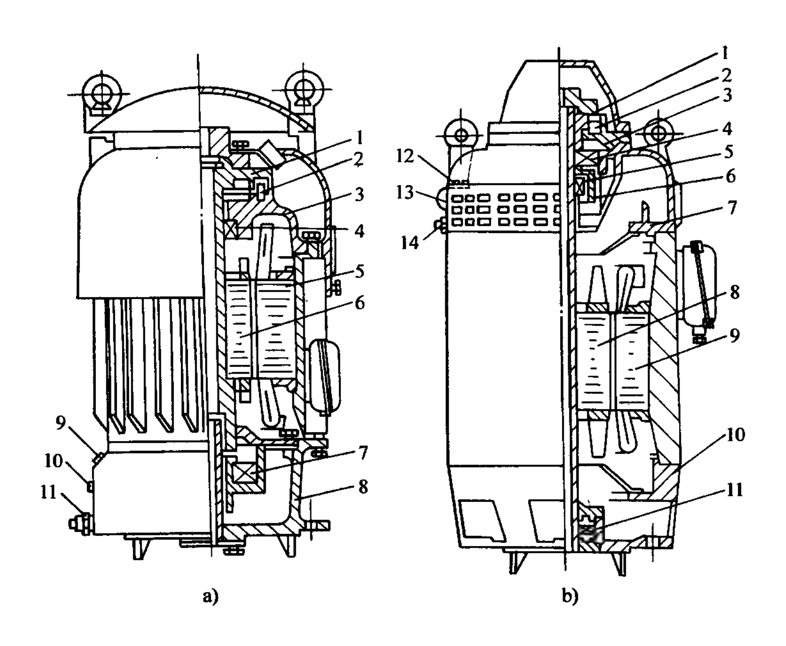


图3-53 YLB系列深井水泵用电动机结构

a）IP44

1—防逆盘 2—销 3—端盖 4—向心球轴承 5—定子 6—转子 7—角接触轴承 8—底座 9—加油孔 10—油标 11—放油孔

b）IP23

1—防逆盘 2—销 3—止退盘 4—角接触轴承 5—甩油圈 6—输油圈 7—端盖 8—转子 9—定子 10—底座 11—向心球轴承 12—加油孔 13—油标 14—放油孔

承起润滑和散热作用。甩油圈用以防止油室中的油溢出而流入电动机内部。底座上装有单列向心球轴承，以油脂润滑。电动机机座不带散热筋，采用转子风叶鼓风（JLB型转子上部带有风扇，形成轴向通风，见图3-54），上部端盖沿圆周方向安装通风口，底座沿圆周方向安排若干进风口和出风口。电动机上部同样装有防逆装置：利用端盖上所装的止退盘和防逆盘，通过圆柱销能防止电动机产生逆向旋转。

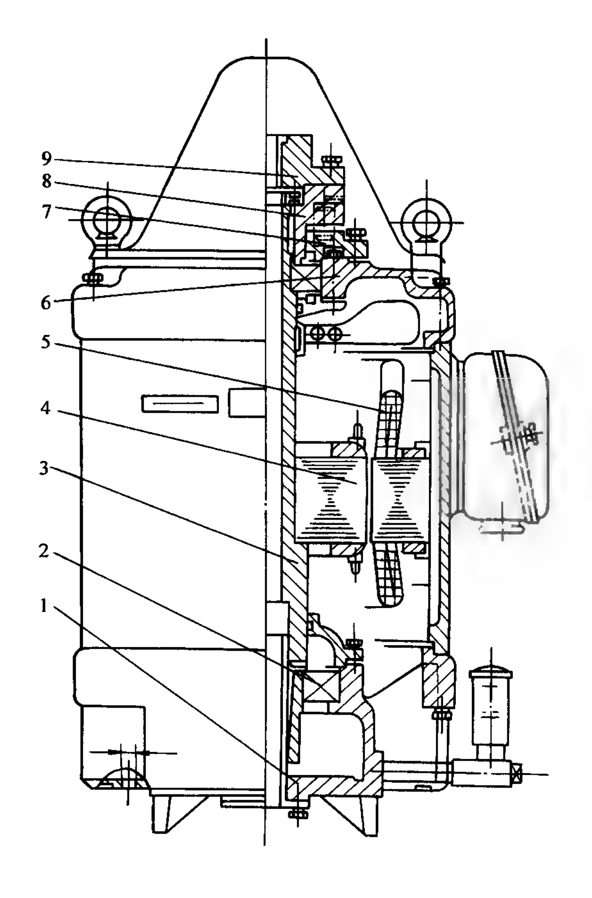


图3-54 JLB系列深井水泵用电动机结构
1—底座 2—角接触球轴承 3—空心轴
4—转子 5—定子 6—上端盖 7—止推盘
8—防逆盘 9—联轴器

四、深井水泵的合理选用

（一）按要求参数确定泵的规格

要合理地选用合适规格的深井水泵，先要确定所需水泵的流量和扬程，由此确定水泵的规格。

（1）流量　当泵所使用的井确定时，应根据深井水泵的具体用途来选择合适的流量。

1）深井水泵从井中给水时，其最大流量受到该井所能提供的流量的限制，即该井所能提供的最大流量即为水泵的最大流量。

当深井水泵用于恒压供水时，其最大流量应满足最高用水量的需要，而其经济运转流量应等于最常用的用水量。

当深井水泵输水进入水塔、储水池或压力储水罐时，其额定流量应略大于平均用水量，过大的流量会造成水泵功率的增大，增加了装置的成本，降低了水泵的运转效率，影响运行的经济性。

2）深井水泵作排水用时，可按照使用场合的排水要求确定其最大流量。

（2）扬程　深井水泵所产生的扬程，除以要求的压力值将水自出水口输出外，还应克服水泵内部的压力损耗，包括泵管中的压力损耗和水泵中水流升高所产生的压力损耗——即井的动水位高度。

可按深井水泵在不同场合的使用情况初步估算其扬程：

1）向水塔供水　泵实际所需扬程

$$H = H_1 + H_2 + H_0$$

式中　H——泵实际需要扬程，m；

H_1——井下扬程，即井中动水位至地面的高度，m；

H_2——水塔高度，m；

H_0——管路系统的损失扬程，m。

2）向地面水池供水　泵实际所需扬程

$$H = H_1 + H_0$$

3）向压力系统供水

泵实际所需扬程

$$H = H_1 + H_3 + H_0$$

式中　H_3——出水口处的水压力，m。

（3）泵规格的确定　按照初步确定的流量和扬程可以从深井水泵产品特性曲线上选取合适的水泵，或按照所需的流量和扬程选择额定流量和额定扬程与之接近的水泵，使泵能运行在最高效率点附近，从而提高泵的供水效率，提高经济性。

（二）电动机配套功率的合理选用与配套要求

深井水泵依靠长轴传动，由于长轴支承轴承较多，增加了损耗，深井水泵的效率相对较低。深井水泵用电动机与其所驱动的深井水泵应有合理的功率配套，以使深井水泵在一定的流量变化范围内运行时，所造成的轴功率变化不会造成电动机的过载，从而保证深井水泵机组的安全可靠运行。表3-55和表3-56

表 3-55　JD 型深井水泵主要技术参数

规　格	扬　程 /m	流　量 /(m^3/h)	转　速 /(r/min)	泵效率 (%)	电动机功率 /kW	下井扬水管长度 ≤/m	扬水管根数 ≤
4JD10×10	30	10	2940	58	5.5	27.9	12
4JD10×15	45					42.9	18
4JD10×20	60					55.4	23
4JD10×24	72					55.4	23
6JD36×5	47	36	2940	67	11	45.4	19
6JD36×6	57					55.4	23
6JD36×7	66					65.4	27
6JD36×8	76				15	75.4	31
6JD36×9	85					82.9	34
6JD56×4	32	56	2940	68	11	27.9	12
6JD56×6	48				15	45.4	19
6JD56×8	64				18.5	62.9	26
6JD56×10	80				22	75.4	31
8JD80×10	40	80	1460	70	18.5	35.4	15
8JD80×12	48					45.4	19
8JD80×15	60				22	57.9	24
8JD80×17	68				30	57.9	24
8JD80×20	80				30	57.9	24
8JD80×23	92				40		
10JD140×5	25	140	1460	72	18.5	22.9	10
10JD140×7	35				22	32.9	14
10JD140×9	45				30	42.9	18
10JD140×12	60				40	57.9	24
10JD140×14	70						
12JD230×3	27	230	1460	73	30	25.4	11
12JD230×4	36				40	32.9	14
12JD230×5	45				45	42.9	18
12JD230×7	63				75	57.9	24
12JD230×9	81						
14JD370×3	34.5	370	1460	73	55	32.9	14
14JD370×4	46				75	45.4	19
14JD370×5	57				100	55.4	23
16JD490×2	30	490	1460	73	75	27.9	12
16JD490×3	45				100	42.9	18

表 3-56 JC/K 型深井水泵主要技术参数

规　格	扬程 /m	流量 /(m^3/h)	转　速 /(r/min)	泵效率 (%)	轴功率 /kW	下井扬水管长 ≤/m	扬水管根数 ≤	配套电动机	
								规　格	功率 /kW
100JC/K10-3.8×8	36	10	2940	60	1.385	25.9	12	YLB130-1-2	5.5
100JC/K10-3.8×12	45				2.07	38.4	17		
100JC/K10-3.8×16	60				2.75	53.4	23		
100JC/K10-3.8×19	72				3.27	60.9	26		
100JC/K10-3.8×23	87				3.95	75.9	32		
100JC/K10-3.8×28	103				4.81	90.9	38		
150JC/K30-9.5×5	47	30	2940	68	5.60	40.9	18	YLB132-2-2	7.5
150JC/K30-9.5×6	57				6.85	48.4	21	YLB160-1-2	11
150JC/K30-9.5×7	66				7.93	55.9	24		
150JC/K30-9.5×8	76				9.14	65.9	28		
150JC/K30-9.5×9	85				10.22	73.4	31	YLB160-2-2	15
150JC/K30-9.5×12	114				13.7	98.4	41	YLB180-1-2	18.5
150JC/K30-9.5×15	142				17.0	120.9	50	YLB180-2-2	22
150JC/K50-8.5×4	34	50	2940	70.5	6.57	30.9	14	YLB160-1-2	11
150JC/K50-8.5×6	51				9.86	45.9	20		
150JC/K50-8.5×8	68				13.14	58.4	25	YLB180-1-2	18.5
150JC/K50-8.5×9	76.5				14.78	65.9	28		
150JC/K50-8.5×11	93.5				18.64	83.4	35	YLB180-2-2	22
200JC/K50-18×2	36	50	2940	71.5	6.96	30.9	14	YLB160-1-2	11
200JC/K50-18×3	54				10.44	45.9	20	YLB160-2-2	15
200JC/K50-18×4	72				13.91	60.9	26	YLB180-1-2	18.5
200JC/K50-18×5	90				17.40	75.9	33	YLB180-2-2	22
200JC/K50-18×6	108				20.87	90.9	39		
200JC/K80-16×2	32	80	2940	73.5	9.5	28.4	13	YLB180-1-2	18.5
200JC/K80-16×3	48				14.2	40.9	18		
200JC/K80-16×4	64				18.98	55.9	24	YLB180-2-2	22
200JC/K80-16×5	80				23.73	68.4	29	YLB200-1-2	30
200JC/K80-16×6	90				28.47	80.9	35	YLB200-2-2	37
250JC/K130-8×3	24	130	1460	75	11.36	20.9	10	YLB160-2-4	15
250JC/K130-8×4	32				15.11	28.4	13	YLB180-1-4	18.5
250JC/K130-8×6	48				22.67	40.9	18	YLB200-1-4	30
250JC/K130-8×8	64				30.23	55.9	24	YLB200-2-4	37
250JC/K130-8×9	72				34.0	60.9	26		
250JC/K130-8×11	88				41.56	75.9	32	YLB200-3-4	45
300JC/K210-10.5×3	31.5	210	1460	76.3	24.0	28.4	13	YLB200-2-4	37

（续）

规　　格	扬程 /m	流量 /(m^3/h)	转　速 /(r/min)	泵效率 (%)	轴功率 /kW	下井扬水管长 ≤/m	扬水管根数 ≤	配套电动机	
								规　格	功率 /kW
300JC/K210-10.5×4	42	210	1460	76.3	32.0	38.4	17	YLB200-2-4	37
300JC/K210-10.5×6	63				48.07	53.4	23	YLB250-1-4	55
300JC/K210-10.5×8	84				64.10	73.4	31	YLB250-2-4	75
350JC/K340-14×3	42	340	1460	77.7	49.88	38.4	17	YLB250-1-4	55
350JC/K340-14×4	56				66.52	48.4	21	YLB250-2-4	75
350JC/K340-14×5	70				82.61	60.9	26	YLB250-3-4	90
350JC/K340-14×6	84				99.77	70.9	30	YLB280-1-4	110
400JC/K550-17×2	34	550	1460	78	64.50	30.9	14	YLB250-2-4	75
400JC/K550-17×3	51				96.75	43.4	19	YLB280-1-4	110

列出了JD型和JC/K型深井水泵的主要技术参数和配套电动机功率。

（三）选用实例

某一给水装置，需自井管直径为200mm的深井中取水，送入附近的水塔，以供各场所用水。

需要的平均用水量为50m^3/h；在50m^3/h抽水量时，测得的井的动水位为48m。水塔上水面至地面的高度为22m。

水泵所需扬程（m）

$$H = H_1 + H_2 + H_0$$
$$= 48 + 22 + H_0$$
$$= 70 + H_0 > 70\text{m}$$

已知泵的流量和扬程，可按照所选用泵的特性曲线进行计算，确定每级叶轮的扬程和功率，从而确定叶轮总级数和泵的实际功率，并选择配套电动机的型号和功率。

也可根据所需泵的流量、扬程以及安装的井径从表3-55和表3-56中直接选择合适的深井水泵与配套电动机：对流量50m^3/h，扬程70m以上，井管直径200mm的用途，表3-55中的6JD56×10，流量56m^3/h，扬程80m，配套电动机功率22kW可以使用，表3-56中150JC/K50-8.5×9，流量50m^3/h，扬程76.5m，配套电动机YLB180-1-2，18.5kW，与使用参数更接近些，比较合适，而200JC/K50-18×4，流量50m^3/h，扬程72m，配套电动机YLB180-1-2，18.5kW，四级叶轮，相对更合适。

五、深井水泵的安装与使用

要使深井水泵装置安全可靠地进行长时间运转而不发生故障，除了由制造厂严格保证整个深井水泵装置，包括控制设备的质量以外，用户严格地遵守制造厂的规定进行下井安装也是保证深井水泵装置安全可靠运行的关键问题之一。

（一）安装前的准备

1. 深井的检查

（1）深井的垂直度及弯曲度检查　安装深井水泵前，应检查深井的垂直度及弯曲度，以保证深井水泵安装于深井中以后，它的传动轴具有垂直的位置。这就要求深井的井管自井口到安装水泵节所在位置的范围内，应该是垂直的。即使井管自垂直位置有所偏离时，它的偏离度也应该控制在一定的范围内，使深井水泵的传动轴在井中仍能保持垂直运转。

（2）井水的检查　深井水泵安装前，还应检查井水上部有无油类及其乳化物存在。以防深井水泵安装试运转时，油类及乳化物附着于泵及传动轴的橡胶轴承上，产生不利影响。通常可用绳索悬挂小桶放入深井中，将井水表面悬浮的油类杂质等提出井外。

2. 安装工具的准备

安装深井水泵所必需的工具主要有安装塔架或三脚架、绞车以及一些专用工具，包括链条钳、管子钳、传动轴轴承座板头和管子夹板等。

3. 深井水泵和电动机的检查

1）检查深井水泵和电动机的铭牌数据是否符合要求，所配套使用的起动控制设备的规格和容量是否与电动机的电压、功率等参数相符合。

2）仔细检查深井水泵和电动机在运输过程中有无碰撞、变形或损坏；各零部件装配是否完好，各紧固件有否松动；电动机沿规定旋转方向的转动是否灵活。

3）用500V绝缘电阻表测量电动机定子绕组相间及绕组对地的绝缘电阻，其值一般在50～100MΩ以上，当测得的冷态绝缘电阻值低于1MΩ时，应检查原因，排除故障。如因环境潮湿造成定子绕组绝缘受潮，应对定子绕组进行相应的干燥处理。

定子绕组的干燥方法：将电动机拆开，把定子放进低温烘箱或烘房，加热烘干，将温度保持在100°C左右，一般需干燥12～24h（视电动机功率和体积大小而定，功率小、体积小的电动机定子烘干时间可短些；体积大、功率大的电动机定子烘干时间应适当加长）。修理时，如无低温烘箱或烘房，或因定子体积较大而烘箱又较小，无法放人时，可以用低压电源对定子绕组通电流，直接由电流产生热量来干燥定子。此时，应将定子绕组的电流控制在额定电流的50%左右。此外，也可用白炽灯泡置于定子内部和周围进行干燥，但时间较长，效果也差些。采用定子电流加热或白炽灯泡加热时，应注意控制和检查定子绕组各部分的温度，防止绕组局部过热。

4. 检查电动机接线

1）旋下加油孔油塞，从加油孔中加入10号机械油至油标指示的中间位置。严禁电动机无油运转或过量加油。

2）电动机机座应妥善接地。

3）按该电动机的规定接线方法，正确进行定子绕组接线。

4）检查电动机的转向，正确的转向为：当电源相序与电动机相序相反时，从电动机顶端视之，其旋转方向应为逆时针方向。

5）电动机控制装置一般应有过电流保护、短路保护装置或过热保护装置，应根据电动机的额定电流值调节好保护装置的电流值。

5. 电动机的空载运转

电动机正式安装前，应进行空载运转，如有异常情况，应作调整和修复后方可进行正式安装。

1）检查油量，正确的油量应在油标指示的中间位置。油量不足应适当添加10号机械油，油量过多应适当放油。

2）检查接线完毕，即可通电进行空载运转。如发现电动机不转应立即停车，并将电源线的任意二根换接后再次起动，如电动机仍未起动，则应详细检查电源系统是否良好，是否二相供电或无电。

3）电动机起动完成至转速稳定后，应停车对电动机进行机械检查。各机械联接部分如出现松动、脱落或碰撞等现象，应进行调整和修复。

4）电动机空载运转应持续2～3h，运转中及时检查有无不正常现象或响声出现。运转结束停车后及时检查轴承有无过热情况。

（二）深井水泵的安装

1. 吊架的安装

将吊架安装在井口适当位置，使吊钩正对深井的中心线。吊架安装应坚固稳妥。

井口附近放置两块短的方木，供泵管装人井中后搁置管夹板之需。

2. 深井水泵的安装

（1）吊装进水管与水泵节　用管夹板夹紧进水管上端，夹持位置应离开管端螺丝约0.3～0.6m；吊起进水管，下人井中，将管夹板搁置在两块方木上。

用另一副管夹板将水泵节吊起，与进水管连接妥当。将水泵节稍稍吊起，松开进水管夹板，将水泵部件小心地下人井中至水泵节夹板搁于方木上为止。

（2）吊装泵管与传动轴　吊起水泵下短管，吊时应使管端在木板上滑行或用绳索抬起管子末端，使其不与其他物体接触，以保护管端螺纹不受损伤。泵管起吊时，应用绳索拉紧传动轴，使其不致落下，切不可用手抬传动轴，以免传动轴弯曲变形。

泵管起吊后，应与水泵节处在同一轴线上。将传动轴束节旋在水泵节的轴端螺纹上，轴端应旋人至轴束节的中部，并加极少量的润滑油作润滑之用，过量的润滑油将对橡胶轴承带来危害。

稍下降泵管，松开传动轴紧固绳索，将传动轴的轴端螺纹旋人装于水泵节轴端的轴束节中，直至两传动轴端互相接触并固紧为止。降下泵管，将泵管螺纹旋人水泵节管壳中，用链条钳拧紧。

将已装妥的水泵件稍为吊起，松开下夹板，将水泵件小心地吊人井管中，至管夹板搁在方木上为止。

按照上述方法将泵管和传动轴逐节装上，直至全部泵管安装完毕为止。

（3）泵管与泵轴安装中的检查　为了保证泵管和泵轴的安装质量，在每级泵管和泵轴安装过程中，应逐级检查传动轴的位置与传动轴伸出管束节外的长度：如传动轴未遭受外力产生变形，则它的位置应居于泵管中心线上；根据传动轴伸出管束节外的长度可确定传动轴端而之间与泵管端面之间是否已各自紧密连接。

也可采取以下方法校验：在每装好一节泵管与传动轴后，可用手（或借助工具）旋转传动轴，看是否能转动。如果安装好一节后突然感到传动轴的摩擦力增加较多，甚至不易转动时，说明该节泵管和传动轴尚未装好，应将其拆开，检查原因后重新安装。

传动轴摩擦力突然增加使轴不易转动的原因，除轴本身弯曲或装置不正外，可能为：

1）螺纹连接的泵管连接不正，螺纹未旋正；用法兰连接的泵管，紧固法兰的螺栓未均匀旋紧，使泵管歪斜；

2）泵管端面间不平行，端面与泵管轴线不垂直或连接端面间有杂物存在；

3）传动轴与橡胶轴承间的间隙过小，致使传动轴被卡住。

查明原因后，应将存在问题的泵管分段拆开，经过校正后，再重新装配。全部泵管安装完毕后，应检查泵管在井中的位置：泵管不应与井壁相接触。

（4）出水节的安装　安装前应先将填料压盖、填料压圈及挡水圈取出，然后将出水节吊起，使其轴孔中心线与传动轴对准，保持平稳，缓缓下降，以使传动轴正好从出水节轴孔中穿出。如出水节吊装稍有歪斜，会使安装发生困难，又可能损伤传动轴端的螺纹，严重时甚至会使传动轴发生弯曲变形。传动轴穿入后，用螺栓将泵管法兰紧固在出水节上，然后装入填料压圈和挡水圈。

（5）电动机的安装

1）先将电动机油室中所加的润滑油全部放净，并拆下电动机的上盖，取出旋节螺母及传动键。

2）用吊钩吊住电动机的吊攀，将电动机平稳吊起，使电动机的空心轴对准水泵的传动轴，将电动机缓缓下降，穿入传动轴。

3）将电动机底座止口安放在出水节上，用螺栓固定电动机。检查电动机上端轴孔与泵传动轴之间的间隙应均匀，不偏斜。如果由于基础平而不正，使出水节歪斜，造成传动轴偏向电动机转子轴孔一边时，应对出水节的歪斜进行校正，使泵传动轴与电动机轴孔之间的间隙趋于均匀。

4）安装传动盘、传动键，将调节螺母旋入传动轴端，调节叶轮间隙至要求尺寸。

5）重新在加油孔中加入机械油至油标的中间位置。

（三）深井水泵的运转

1）电动机采用满压起动，如果电网（变压器）容量较小，直接起动有困难时，允许采用降压起动。

2）深井水泵传动轴的橡胶导轴承是用泵管中所充满的水进行润滑的。运转前，泵管中尚未充水，应对橡胶轴承进行预润滑：通过出水节上的预置孔，注入润滑水，预润滑 3～5min，方可起动。

3）为了保证深井水泵装置的安全可靠运行，应经常检查监视电动机轴承的温度和油池中润滑油面的高度，并定时记录电压、电流和水泵压力、输水量及各部分的温度等参数。

4）深井水泵运行时，深井中的动水位不应降低到水泵进水管附近，也即水泵的出水量不应过大，以免造成因动水位下降过大，使出水量急剧减少，引起水泵的振动和损坏。

六、深井水泵装置的常见故障及其维护方法

为了保证深井水泵装置的正常工作，减小故障率、延长使用寿命，除了配备合适的控制保护设备和进行规范的操作外，还应进行定期维护工作。当运行中深井水泵装置出现故障时，应及时排除，查明原因，进行修复。

（一）维护保养和储存

1. 维护与保养

1）深井水泵装置的使用环境应经常保持干燥。电动机表面应保持清洁，进风口不应受尘土、纤维等物的阻碍，保证风道畅通无阻。电动机周围不应放置热源，也不可在户外直射阳光下使用，以免运行中过热造成损坏。

2）深井水泵装置运行时，应经常注意并定时记录有关仪表的读数和运行时间。

3）运行中如发现有任何不正常的响声，应立即停车进行检查。如发现电动机的防逆转装置失去作用时，必须进行检修，清除污物，使其能良好地工作。

4）电动机控制装置的过电流保护或短路保护连续发生动作时，应检查故障是来自电动机过载还是保护装置整定值太低，应及时消除故障才可投入运行。

5）每次运行停车时，应注意检查电动机油标的油位，如发现油位面低于油标的一半时，应及时补充新油，以保证电动机推力球轴承的可靠润滑。

6）深井水泵装置运行一定时间后，应按制造厂规定进行检修。电动机一般运行 3500～4000h 左右，应更换轴承润滑油和润滑脂（封闭轴承在允许的使用期内，不必更换润滑脂）。但在下列情况下，应立即更换新的润滑油或润滑脂：

① 润滑脂硬化或变质；

② 润滑油中有水分、杂质或尘垢积聚；

③ 轴承过热。

更换润滑油和润滑脂时，应将旧的润滑油或润滑脂清除干净，并将油室和轴承用汽油或煤油洗净。对向心球轴承加入的润滑脂量应为轴承内外圈间空隙的

1/2（对二极电动机）或2/3（对四极电动机）。

向心球轴承应采用ZL-3锂基润滑脂，角接触球轴承则采用10号机械油进行润滑。

7）电动机长期使用后，由于轴承的磨损，可能导致气隙不均匀、振动和噪声明显增大，影响电动机的运行性能，甚至产生定、转子相擦，危及电动机运行可靠性，应及时更换磨损或损坏的轴承。

8）电动机使用的环境温度应保持在－10～40°C之间，如超出此范围，应采取适当的防寒或降温措施。

2. 电动机的储存

1）电动机停止使用并要放置一定时间时，应进行：

① 彻底清除电动机内外的积尘，并检查各零部件是否完整、良好。

② 电动机所有通风窗口应加以遮盖，以防止灰尘侵入。

③ 电动机零部件易生锈的部分应涂以防锈油或其他防锈剂。

2）电动机保存在仓库不用时，应按原包装储放，仓库内须保持干燥，通风良好；仓库内温度应保持在0°C以上。对储存的电动机应定期检查是否受潮，有无生锈情况，以便确定是否需要改善储存条件。

（二）深井水泵装置的常见故障、产生原因及处理方法

深井水泵装置的常见故障、产生原因及处理方法见表3-57。

表3-57 深井水泵装置常见故障、产生原因及处理方法

故障现象	产生原因	处理方法
1. 水泵继续运转，但不出水	（1）水面过分降低，泵无法吸水 （2）滤水网阻塞 （3）水泵节过分的伸入深井中	（1）增加一节泵管及传动轴 （2）将深井水泵自井中吊出，清除滤水网堵塞物后重新安装 （3）将水泵节提高一至二节泵管
2. 出水量不足	（1）水面过分降低 （2）水泵节中间隙过大 （3）叶轮损坏	（1）根据深井的流量及要求的水泵出水量，将现用的深井水泵换用另一级数较多的水泵节，并适当增加泵管及传动轴 （2）调节叶轮轴向间隙 （3）将水泵节吊出，更换叶轮
3. 扬程不足	（1）水泵节中间隙过大 （2）叶轮损坏	（1）将水泵节吊出，调节叶轮轴向间隙 （2）将水泵节吊出，更换叶轮
4. 运转中发生振动	传动轴磨损	将深井水泵装置自井中吊出，更换磨损的传动轴
5. 电动机过载（电流过大）	（1）叶轮间隙过小，叶轮与导叶互相摩擦 （2）水泵未装直，部分弯曲的传动轴与轴承的摩擦力过大 （3）水泵的出水量过大	（1）调节叶轮间隙，提高叶轮安装位置 （2）重新安装 （3）卸去一级或数级叶轮，减少水泵的出水量，使能与电动机的功率相匹配
6. 电动机不能起动	（1）电源相序接反 （2）电源缺相 （3）电源电压过低 （4）负载过大	（1）调换任意二相接线位置 （2）检查电源、开关及接线等 （3）将电压调到340V以上 （4）检查水泵有否故障，与电动机功率是否相配，适当调整
7. 电动机运转声音不正常	（1）轴承严重缺油 （2）轴承损坏 （3）水泵故障	（1）补充或更换新油至规定的油面线 （2）更换轴承 （3）排除水泵故障
8. 轴承过热	（1）轴承损坏 （2）润滑油变质或存在杂质 （3）轴承严重缺油	（1）更换轴承 （2）清洗油室，更换新的润滑滑 （3）补充或更换新油至规定的油面线
9. 漏油	（1）运输过程中电动机发生倾斜 （2）油室中加油量过多 （3）盛油管或油塞漏油 （4）羊毛毡或橡胶密封圈损坏	（1）揩净漏出的油，并检查油室中的油量，油量不足应加以补充 （2）调整油量至规定的油面线 （3）检查相应漏油部位，并进行整修 （4）更换损坏的羊毛毡或橡胶密封圈
10. 防逆装置失灵	（1）止退圆柱销落不下或磨损	（1）拆开防逆盘，揩清圆柱销油污及防逆盘销孔，磨损的止退圆柱销应进行更换

（续）

故障现象	产生原因	处理方法
11. 电动机温升过高	（1）负载过大 （2）缺相运行 （3）电源电压过低 （4）风道阻塞 （5）环境温度过高	（1）检查运行电流是否超过额定电流 （2）检查三相电源，排除故障 （3）重新调整电源电压至340V以上 （4）检查电动机风道，清除积灰和油垢 （5）降低电动机负载或采取降温措施
12. 电动机定子绕组损坏	（1）定子绕组短路 （2）水泵故障，堵塞时间过长 （3）二相运行 （4）绝缘老化，绕组对地击穿	拆除损坏的绕组，按定子绕组的有关数据重新进行绕线、嵌线并进行绝缘处理

七、深井水泵装置的修理与装配

（一）主要零部件的修理

1. 防逆装置的检修

先拆下电动机的上罩和外罩，然后拆下联轴器，松开电动机转轴上端的锁紧螺母，卸下防逆盘，取下圆柱止退销和止退盘。将圆柱止退销表面、防逆盘安装止退销的圆柱孔表面和止退盘表面斜槽中的污物清除干净，并用汽油冲洗，等干燥后待用。各零件如有损坏，应加以修理或更换。

安装时，为了使止退销能够灵敏地工作，减小对止退盘表面工作槽的摩擦，应特别注意圆柱止退销与防逆盘洞孔的配合：过紧的配合会影响圆柱止退销的上、下滑动，而过松的配合会使圆柱销在防止逆转时受到集中于两端角的应力，损坏销钉表面及防逆盘洞孔边缘。装配时不允许在圆柱止退销上加注润滑油或加入润滑脂，因为加润滑脂后，其粘性将使圆柱销的上下自由滑动受到阻碍，而圆柱销与止退盘表面工作槽间摩擦力的减小，将会延长二者摩擦的时间，同时润滑油又容易使圆柱止退销表面积聚灰尘，减小圆柱销的灵活性。

2. 轴承的更换

各种型号规格的深井水泵用电动机一般采用滚珠轴承。其中YLB系列电动机各规格所采用的滚珠轴承型号见表3-58。

表 3-58　YLB 系列电动机使用的轴承型号

型　　号	功率/kW	向心球轴承型号	角接触球轴承型号	最大允许轴向力/N
YLB132-1-2	5.5	80208	46312	7840
YLB132-2-2	7.5			
YLB160-1-2	11	211	46314	9800
YLB160-2-2	15			
YLB160-1-4	11			12740
YLB160-2-4	15			
YLB180-1-2	18.5	212	66315	
YLB180-2-2	22			
YLB180-1-4	18.5			
YLB180-2-4	22			
YLB200-1-2	30	213	66318	16660
YLB200-2-2	37			
YLB200-1-4	30			21560
YLB200-2-4	37			
YLB200-3-4	45			
YLB250-1-4	55	317	66322	28420
YLB250-2-4	75			
YLB250-3-4	90			
YLB280-1-4	110	318	66328	39200
YLB280-2-4	132			

滚动轴承的检查和清洗方法可参见《电动机修理手册》单行本《三相交流电动机》有关章节的内容。

（二）深井水泵装置的装配

1. 深井水泵的装配

（1）叶轮的平衡　深井水泵运行中的振动会加速水泵零部件的磨损，使运行状况恶化，各部分连接松动，并最终损坏整个深井水泵装置。因此，减小振动是保持深井水泵正常的、安全可靠运行的重要条件之一。

深井水泵运行中产生振动的主要原因是叶轮的平衡状况不良。叶轮材料的不均匀、气孔、壁厚不相等及尺寸不准确等均可引起叶轮的不平衡。通过校动平

衡或静平衡，可使叶轮达到要求的平衡度。修理中一般对叶轮校静平衡即可。

(2) 水泵节的装配要求　多级的深井水泵装配时，要求每级叶轮尽可能安装在相对于导叶的适当位置上。这时，传动轴在导水节中能够得到最大的轴向伸缩度，即叶轮对导叶的间隙较小，水泵的容积效率较高。反之，如传动轴的轴向伸缩度很小，表示叶轮与导叶的间隙很大，泄漏损耗将大大增加，应将水泵节拆开重新装配。

2. 深井水泵的调整

为了减小泵的泄漏，提高泵的容积效率，应将泵叶轮工作时的轴向间隙调整到可能的最小值。

(1) 预调节　使叶轮的轴向间隙保持在 2～4mm 左右，用以防止因泵轴向力和螺纹旋紧使轴伸长，造成叶轮与导叶表面相擦。

预调节方法：将深井水泵安装后，卸下电动机外罩，用扳手转动调节螺母，同时用手逆时针方向转动联轴器。当联轴器和传动轴能自由转动时，表示水泵的转动部分已被调节螺母吊起，叶轮已存在间隙。

再用扳手反向旋转调节螺母（用手按住联轴器），降下传动轴，当叶轮间隙消失时，叶轮与导叶相擦，联轴器即不能用手转动。

当再次吊起传动轴，使轴向间隙达到 2～4mm 时，将调节螺母的位置固定下来，即完成了预调节。

(2) 终调节　经过预调节的水泵可投入运行，经 16～20h 的运转后，各部分尺寸已达稳定状态，可进行终调节。终调节的调节方法与预调节相同。

3. 电动机的装配

(1) 装配前的准备及要求

1) 电动机装配现场应保持清洁、干燥。

2) 装配前，电动机定子各表面应清理干净，定子绕组表面应保持清洁、干燥，定子绕组相间及对地的绝缘电阻值一般应在 50～100MΩ 以上。如绕组绝缘电阻较低，应按前述方法进行干燥处理。

3) 转子表面应清理干净，并进行干燥。如表面防锈漆已脱落，应重新进行防锈处理。

4) 转子上、下部轴承应进行清洗、干燥，去除灰尘和积垢；用润滑脂润滑的轴承应添加新的润滑脂（ZL-3 锂基润滑脂）。

5) 电动机的其他零部件均应进行检查、清洗和干燥，如有损坏或损伤应按具体情况进行修理或更换。

6) 为了保证良好的密封，O 型橡胶密封圈一般均应更换。

(2) 电动机的装配　以图 3-53a 所示的 YLB132 型 IP44 结构的电动机为例，说明其装配过程。

1) 转子下端放入轴承盖，注意油毡应处于正常位置。分别压入上、下轴承。下轴承也可采用热套。

2) 放好底座，在底座止口处放入耐油橡胶衬垫。

3) 吊起转子，将下轴承小心地放入底座轴承室内，拧紧轴承盖，要求三个螺栓均匀拧紧，轴承盖受力均匀，不得偏斜，耐油橡胶衬垫应在正常位置，并使转子处于垂直位置。

4) 小心地吊起定子，使其处于垂直状态，将定转子轴线对准后，缓慢地放下定子，注意定子绕组端部不要与转子相碰擦，以免损伤或碰坏定子绕组端部绝缘。使定子止口正好落在底座止口上，均匀拧紧四周的六个螺栓，要求止口间隙均匀，定子不应偏斜。

5) 安装上部端盖，均匀拧紧四周螺栓后，用手转动转子应灵活轻快。此时可将上、下各螺栓全部拧紧。

6) 安装防逆盘，拧上轴端螺母。防逆紧置转动应轻快，圆柱止退销应能灵活地上、下活动，防逆盘工作正常。

7) 安装联轴器和风扇；装外罩和上罩。

8) 电动机卧放，安装下部盛油管，注意 O 型密封圈安装位置，盛油管应垂直，不应偏斜，以免润滑油渗漏。

9) 加润滑油　旋下加油塞，加入 10 号机械油至油标的中间位置。

八、深井水泵用电动机的定子绕线模及其尺寸

1. JLB2、JTB2 系列深井水泵用电动机的定子绕线模（图 3-55，表 3-59）

2. YLB 系列深井水泵用电动机的定子绕线模（图 3-55，表 3-60）

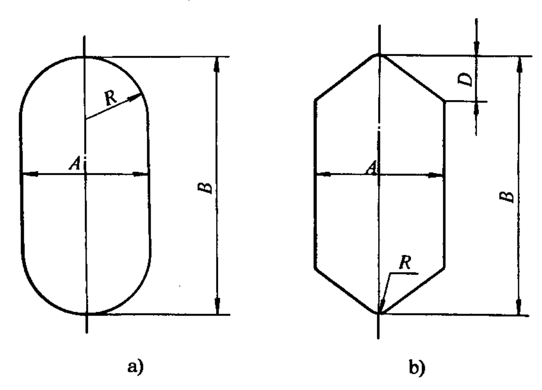


图 3-55　深井水泵用电动机的绕线模
a) JLB2 系列，YLB132
b) JTB2 系列，YLB160 及以上

表 3-59　JLB2、JTB2 系列深井水泵用电动机的定子绕线模尺寸　(mm)

型号规格	功率/kW	A	B	D	R
JLB2-61-2	11	150	353	120	25
JLB2-62-2	15		363	120	25
JLB2-63-2	18.5		370	119	25
JLB2-64-2	22		390	119	30
JLB2-61-4	11	135	215	47	20
JLB2-62-4	15		245	45	30
JLB2-71-4	18.5	168	240	60	25
JLB2-72-4	22		260	55	20
JLB2-73-4	30		285	55	20
JLB2-74-4	40		334	62	20
JLB2-75-4	45		364	62	20
JLB2-81-4	55	196	352	66	40
JLB2-82-4	75	200	417	69	25
JLB2-83-4	100	195	460	67	25
JTB2-42-2	5.5	174	221	—	87
		146	195		73

表 3-60　YLB 系列深井水泵用电动机绕线模尺寸　(mm)

型号规格	功率/kW	A	B	D	R
YLB132-1-2	5.5	146	310	—	73
		124	286		62
		102	262		51
		124	286		62
		102	262		51

(续)

型号规格	功率/kW	A	B	D	R
YLB132-2-2	7.5	146	330	—	73
		124	306		62
		102	282		51
		124	306		62
		102	282		51
YLB160-1-2	11	155	285	80	45
YLB160-2-2	15		300		
YLB160-1-4	11	120	220	40	20
YLB160-2-4	15		250		
YLB180-1-2	18.5	175	325	90	54
YLB180-2-2	22		335		
YLB180-1-4	18.5	140	249	42	20
YLB180-2-4	22		264		
YLB200-1-2	30	200	380	110	45
YLB200-2-2	37		400		
YLB200-1-4	30	160	266	48	20
YLB200-2-4	37		296		
YLB200-3-4	45		326		
YLB250-1-4	55	205	326	68	20
YLB250-2-4	75		366		
YLB250-3-4	90		396		
YLB280-1-4	110	220	405	80	20
YLB280-2-4	132		445		

附　　录

附表 3-1　YQS 系列充水式井用潜水三相异步电动机主要技术数据

型　号	功率 /kW	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长 /mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm	槽满率 (%)
									外径 /mm	内径 /mm	长度 /mm									
YQS150-3	3	380	7.9	73	0.75	7	1.2	2.0	130	65	267	0.7	Y	18	16	单层同心式	1-10 2-9 11-18	34	1-ϕ1.06	71.1
YQS150-4	4		10.3	74	0.76						280							32	1-ϕ1.12	70.8
YQS150-5.5	5.5		13.7	75	0.77						335							27	1-ϕ1.30	71.4
YQS150-7.5	7.5		18.5	75	0.78						410							22	1-ϕ1.50	71.2
YQS150-9.2	9.2		22.1	76	0.78						450							20	1-ϕ1.60	73.0
YQS150-11	11		26.3	76	0.78						530							17	1-ϕ1.80	73.3
YQS150-13	13		30.9	77	0.79						560							16	1-ϕ1.85	71.3
YQS150-15	15		35.6	77	0.79		1.1				635							14	1-ϕ2.0	73.5
YQS175-5.5	5.5	380	13.6	77	0.80	7	12	2.0	155	76	210	0.7	Y	24	20	单层同心式	1-12 2-11	23	1-ϕ1.50	69.5
YQS175-7.5	7.5		18.4	77.5	0.80						230							21	1-ϕ1.65	71.9
YQS175-9.2	9.2		22.1	78	0.81						246							20	1-ϕ1.70	71.3
YQS175-11	11		26.1	79	0.81						330		△					24	1-ϕ1.50	72.5
YQS175-13	13		30.1	80	0.82						355							22	1-ϕ1.56	69.9
YQS175-15	15		34.7	80	0.82		1.1				380							21	1-ϕ1.65	71.9
YQS175-18.5	18.5		42.6	80.5	0.82						400	0.8	△					20	1-ϕ1.70	72.4
YQS175-22	22		49.7	81	0.83						505							16	1-ϕ1.80	71.5
YQS175-25	25		56.5	81	0.83						540							15	1-ϕ1.90	71.6
YQS175-30	30		67.0	82	0.83						630		2Y					15	1-ϕ1.90	71.6
YQS175-37	37		82.6	82	0.83		1.0				725							13	1-ϕ2.12	72.5

(续)

型　号	功率/kW	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长/mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm	槽满率(%)
									外径/mm	内径/mm	长度/mm									
YQS200-4	4	380	10.1	76	0.78	7	1.2	2.0	175	83	143	0.7	Y	24	20	单层同心式	1-12 2-11	30	1-φ1.40	72.0
YQS200-5.5	5.5		13.6	77	0.78						157							27	1-φ1.50	73.0
YQS200-7.5	7.5		18.0	77.5	0.79						175							24	1-φ1.60	73.1
YQS200-9.2	9.2		21.7	78	0.79						221		Δ					33	1-φ1.30	72.9
YQS200-11	11		25.8	78.5	0.79						245							30	1-φ1.40	72.0
YQS200-13	13		29.7	79	0.80						272							27	1-φ1.50	73.0
YQS200-15	15		33.9	80	0.80		1.1		175	85	305	0.7	Δ	24	20	单层同心式	1-12 2-11	24	1-φ1.60	73.1
YQS200-18.5	18.5		41.6	80.5	0.80						355		Y					12	1-φ1.60	73.1
YQS200-22	22		48.2	81	0.81						400	1.0	Δ					17	1-φ1.85	67.3
YQS200-25	25		54.5	81.5	0.81						455							15	1-φ2.0	70
YQS200-30	30		65.4	82.5	0.81						565		Y					7	7/1.0	70.1
YQS200-37	37		79.7	83	0.82		1.0				670							6	7/1.12	69.1
YQS250-7.5	7.5		18.0	77.5	0.79		1.2		210	100	130	0.7	Δ	24	20	单层同心式	1-12 2-11	43	1-φ1.25	73.5
YQS250-9.2	9.2		22.0	78	0.79						140							40	1-φ1.30	71.3
YQS250-11	11		25.8	78.5	0.79						150							37	1-φ1.40	71.7
YQS250-13	13		30.0	79	0.80						170							33	1-φ1.50	72.0
YQS250-15	15		33.9	80	0.80		1.1				194							29	1-φ1.60	71.3
YQS250-18.5	18.5		40.8	80.5	0.81						220		Y					15	2-φ1.60	72.5
YQS250-22	22		47.9	81	0.81						275		Δ					21	2-φ1.30	73.6
YQS250-25	25		53.8	82	0.82						305							19	2-φ1.40	72.4

（续）

型号	功率/kW	额定电压/V	额定电流/A	效率（%）	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长/mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm	槽满率（%）
									外径/mm	内径/mm	长度/mm									
YQS250-30	30	380	64.2	83	0.82		1.1	2.0	210	100	338	0.7	△	24	20	单层同心式	1-12 2-11	17	2-ϕ1.5	72.9
YQS250-37	37		77.8	83.5	0.83		1.0				380							15	2-ϕ1.6	72.5
YQS250-45	45		94.1	84	0.83	6.5	1.0			104	530	1.2	Y					7	19/0.85	69.4
YQS250-55	55		114.3	84	0.84		1.0				620							6	19/0.95	70.5
YQS250-64	64		130.9	84.5	0.84		1.0				750							5	19/1.06	70.6
YQS250-75	75		152.3	84.5	0.85		1.0				860							4	19/1.2	71.3
YQS250-90	90		182.8	85	0.85		1.0				980		△					6	19/0.85	69.3
YQS350-30	30	380	65.4	84	0.83	7	1.1	2.0	310	195	245	1.0	Y	36	32	单层交叉式	1-9 2-10 11-18	10	7/1.12	—
YQS350-45	45		96.9	85	0.83		1.0				290							8	19/0.80	—
YQS350-55	55		118.5	85	0.83	6.5					330							7	19/0.85	—
YQS350-63	63		132.5	86	0.84						400							6	19/0.95	—
YQS350-75	75		157.7	86	0.84						470							5	19/1.0	—
YQS350-90	90		187.1	87	0.84						510		△					8	19/0.85	70.9
YQS350-110	110		224.7	87.5	0.85						590							7	19/0.90	67.3
YQS350-125	125		255.4	87.5	0.85						690							6	19/1.0	70.4
YQS350-140	140		284.4	88	0.85						690							6	19/1.0	70.4
YQS350-160	160		325.0	88	0.85						830							5	19/1.12	70.4

附表 3-2　YQS2 系列充水式井用潜水三相异步电动机主要技术数据

型　号	功率 /kW	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长 /mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm	槽满率 (%)
									外径 /mm	内径 /mm	长度 /mm									
YQS2-150-3	3	380	7.8	74	0.79	7	1.2	2.0	134	65	205	0.6	Y	18	16	单层同心式	1-10 2-9 11-18	36	1-ϕ1.06	73.2
YQS2-150-4	4		10.0	76	0.80						300							30	1-ϕ1.25	72.5
YQS2-150-5.5	5.5		13.3	77.5	0.81						340							26	1-ϕ1.40	71.3
YQS2-150-7.5	7.5		17.8	78	0.82						375							23	1-ϕ1.50	73.8
YQS2-150-9.2	9.2		21.2	80.5							395							19	1-ϕ1.60	72.9
YQS2-150-11	11		25.2	81							470							16	1-ϕ1.70	73.1
YQS2-150-13	13		29.7								580							13	1-ϕ1.90	71.8
YQS2-150-15	15		34.1	81.5							625							12	1-ϕ2.0	70.4
YQS2-200-4	4	380	10.0	76	0.80	7	1.2	2.0	172	78	135	0.8	Y	18	22	单层同心式	1-10 2-9 11-18	44	1-ϕ1.25	72.0
YQS2-200-5.5	5.5		13.4	77	0.81						152							39	1-ϕ1.40	72.5
YQS2-200-7.5	7.5		17.8	78	0.82						185							32	1-ϕ1.50	69.7
YQS2-200-9.2	9.1		21.3	79	0.83						210							28	1-ϕ1.60	65.5
YQS2-200-11	11		25.2	80							260							23	1-ϕ1.80	72.9
YQS2-200-13	13		29.4	81							270							22	1-ϕ1.90	74.1
YQS2-200-15	15		33.3	81.5	0.84		1.1				300							20	1-ϕ2.0	71.6
YQS2-200-18.5	18.5		40.3	83						82	360	0.9		24	22		1-12 2-11	12	1-ϕ2.24	73.0
YQS2-200-22	22		47.7	83.5							435							10	1-ϕ2.50	72.7
YQS2-200-25	25		53.8	84							500		△					15	1-ϕ2.0	75.0
YQS2-200-30	30		64.6								580							13	1-ϕ2.12	74.1
YQS2-200-37	37		79.2	84.5			1.0				685							11	1-ϕ2.36	74.6
YQS2-200-45	45		94.6	85	0.85	6.5					725		2Y					12	1-ϕ2.24	73.0
YQS2-200-11	11	380	25.5	79	0.83	7	1.0	2.0	220	98	140	0.9	△					38	1-ϕ1.40	71.6
YQS2-200-13	13		29.7	80							162							33	1-ϕ1.50	72.8
YQS2-200-15	15		33.5	81	0.84		1.1				180							30	1-ϕ1.60	71.2

（续）

型　号	功率 /kW	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长 /mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm	槽满率 (%)
									外径 /mm	内径 /mm	长度 /mm									
YQS2-250-18.5	18.5	380	39.8	83	0.85	7	1.1	2.0	220	104	255	1.0	Y	24	22	单层同心式	1-12 2-11	13	1-ϕ2.50	59.0
YQS2-250-22	22		46.8	84							275							12	7/1.0	68.5
YQS2-250-25	25		52.6	85							300							11	7/1.12	72.8
YQS2-250-30	30		63.1								370							9	19/0.75	72.2
YQS2-250-37	37		76.0	86	0.86		1.0				420							8	19/0.80	70.2
YQS2-250-45	45		92.4			6.5					475							7	19/0.90	72.6
YQS2-250-55	55		111.7	87							555		Y					6	19/0.95	67.4
YQS2-250-63	63		127.9								645		△					9	19/0.75	72.2
YQS2-250-75	75		149.7	87.5	0.87						755		2Y					9	19/0.75	72.2
YQS2-250-90	90		179.6								895		2△					13	7/1.0	74.3
YQS2-250-100	100		199.6								970		2Y					7	19/0.90	72.6
YQS2-300-55	55	380	113.0	86.5	0.855	6.5	1.0	2.0	262	122	450	1.2	Y	24	22	单层同心式	1-12 2-11	6	19/1.12	72.7
YQS2-300-63	63		129.4								520		△					9	19/0.90	74.5
YQS2-300-75	75		152.3	87	0.86						585							8	19/0.95	71.7
YQS2-300-90	90		181.7	87.5							680		Y					4	19/1.40	69.8
YQS2-300-110	110		219.6	88							780		△					6	19/1.12	72.7
YQS2-300-125	125		248.1								910		2Y					6	19/1.12	72.7
YQS2-300-140	140		276.3	88.5	0.87						935		△					5	19/1.25	71.5
YQS2-300-160	160		315.7								1095		2Y					5	19/1.25	71.5
YQS2-300-185	185		363.0	89							1095							5	19/1.25	71.5

附表 3-3　改进型 YQS 系列充水式井用潜水三相异步电动机主要技术数据

型　　号	功率 /kW	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长 /mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm	槽满率 (%)
									外径 /mm	内径 /mm	长度 /mm									
YQS150-3	3	380	7.9	74	0.78	7	1.2	2	134	63	225	0.5	Y	18	16	单层同心式	1-10 2-9 11-18	36	1-ϕ1.0	71.8
YQS150-4	4		10.3	75	0.79						258							31	1-ϕ1.12	71.3
YQS150-5.5	5.5		13.7	76	0.80						280							28	1-ϕ1.25	70.3
YQS150-7.5	7.5		18.5	77							310							25	1-ϕ1.40	71.3
YQS150-9.2	9.2		22.1	78	0.81					65	352	0.6						20	1-ϕ1.50	70.8
YQS150-11	11		26.3	78.5							415							17	1-ϕ1.65	69.6
YQS150-13	13		30.9	79							505							14	1-ϕ1.80	72.2
YQS150-15	15		35.6				1.1				540							13	1-ϕ1.90	71.3
YQS200-4	4		10.1	76	0.79	7	1.2		173	78	133	0.7	Y	18	22	单层同心式	1-10 2-9 11-18	42	1-ϕ1.20	71.0
YQS200-5.5	5.5		13.6	77	0.80						138							39	1-ϕ1.32	71.9
YQS200-7.5	7.5		18.0	78	0.81						150							35	1-ϕ1.45	71.8
YQS200-9.2	9.2		21.7	78.5	0.82						175							30	1-ϕ1.56	71.8
YQS200-11	11		25.8	79							203							26	1-ϕ1.68	71.8
YQS200-13	13		29.8	80	0.83						242		△					38	1-ϕ1.35	71.8
YQS200-15	15		33.9	81			1.1				263							35	1-ϕ1.45	71.8
YQS200-18.5	18.5		41.6	81.5					172	82	355	0.9	Y	24	22		1-12 2-11	12	2-ϕ1.56	72.1
YQS200-22	22		48.2	82.5	0.84						425							10	7/0.9	72.7
YQS200-25	25		54.5	83							472							9	7/0.96	71.2
YQS200-30	30		65.4								530							8	7/1.04	72.9
YQS200-37	37		79.7	84			1.0				601							7	7/1.12	70.7
YQS200-45	45		96.9			6.5					703							6	19/0.75	72.0

（续）

<table>
<tr><th rowspan="2">型　号</th><th rowspan="2">功率/kW</th><th rowspan="2">额定电压/V</th><th rowspan="2">额定电流/A</th><th rowspan="2">效率(%)</th><th rowspan="2">功率因数</th><th rowspan="2">堵转电流倍数</th><th rowspan="2">堵转转矩倍数</th><th rowspan="2">最大转矩倍数</th><th colspan="3">定子铁心</th><th rowspan="2">气隙长/mm</th><th rowspan="2">接法</th><th rowspan="2">定子槽数</th><th rowspan="2">转子槽数</th><th rowspan="2">绕组型式</th><th rowspan="2">节距</th><th rowspan="2">每槽导体数</th><th rowspan="2">线　规/mm</th><th rowspan="2">槽满率(%)</th></tr>
<tr><th>外径/mm</th><th>内径/mm</th><th>长度/mm</th></tr>
<tr><td>YQS250-11</td><td>11</td><td rowspan="14">380</td><td>25.8</td><td>79</td><td rowspan="2">0.82</td><td rowspan="8">7</td><td rowspan="2">1.2</td><td rowspan="14">2</td><td rowspan="14">220</td><td rowspan="8">100</td><td>118</td><td rowspan="8">0.7</td><td>Y</td><td rowspan="14">24</td><td rowspan="14">22</td><td rowspan="14">单层同心式</td><td rowspan="14">1-12
2-11</td><td>25</td><td>1-φ1.74</td><td>71.7</td></tr>
<tr><td>YQS250-13</td><td>13</td><td>30.1</td><td>80</td><td>140</td><td>△</td><td>37</td><td>1-φ1.45</td><td>71.3</td></tr>
<tr><td>YQS250-15</td><td>15</td><td>33.9</td><td>81</td><td>0.83</td><td rowspan="5">1.1</td><td>154</td><td rowspan="3">2Y</td><td>39</td><td>1-φ1.40</td><td>71.2</td></tr>
<tr><td>YQS250-18.5</td><td>18.5</td><td>40.8</td><td>82</td><td rowspan="4">0.84</td><td>190</td><td>32</td><td>1-φ1.56</td><td>71.9</td></tr>
<tr><td>YQS250-22</td><td>22</td><td>47.9</td><td>83</td><td>236</td><td>26</td><td>1-φ1.70</td><td>72.1</td></tr>
<tr><td>YQS250-25</td><td>25</td><td>53.8</td><td>84</td><td>275</td><td rowspan="3">2△</td><td>39</td><td>1-φ1.40</td><td>72.1</td></tr>
<tr><td>YQS250-30</td><td>30</td><td>64.2</td><td>84.5</td><td>287</td><td>37</td><td>1-φ1.45</td><td>71.3</td></tr>
<tr><td>YQS250-37</td><td>37</td><td>77.8</td><td>85</td><td rowspan="4">0.85</td><td rowspan="7">1.0</td><td>357</td><td>30</td><td>1-φ1.62</td><td>72.5</td></tr>
<tr><td>YQS250-45</td><td>45</td><td>94.1</td><td>85.5</td><td rowspan="6">6.5</td><td rowspan="6">104</td><td>417</td><td rowspan="6">1.0</td><td rowspan="3">Y</td><td>8</td><td>19/0.85</td><td>70.4</td></tr>
<tr><td>YQS250-55</td><td>55</td><td>114.5</td><td rowspan="2">86</td><td>477</td><td>7</td><td>19/0.95</td><td>72.4</td></tr>
<tr><td>YQS250-63</td><td>63</td><td>130.9</td><td>558</td><td>6</td><td>19/1.0</td><td>70.0</td></tr>
<tr><td>YQS250-75</td><td>75</td><td>152.3</td><td rowspan="3">87</td><td rowspan="3">0.86</td><td>735</td><td rowspan="3">△</td><td>8</td><td>19/0.85</td><td>70.4</td></tr>
<tr><td>YQS250-90</td><td>90</td><td>182.8</td><td>840</td><td>7</td><td>19/0.95</td><td>72.4</td></tr>
<tr><td>YQS250-100</td><td>100</td><td>203.1</td><td>985</td><td>6</td><td>19/1.0</td><td>70.0</td></tr>
<tr><td>YQS300-37</td><td>37</td><td rowspan="7">380</td><td>77.8</td><td rowspan="2">85</td><td rowspan="4">0.85</td><td>7</td><td rowspan="7">1.0</td><td rowspan="7">2</td><td rowspan="7">262</td><td rowspan="7">122</td><td>290</td><td rowspan="7">1.2</td><td rowspan="5">Y</td><td rowspan="7">24</td><td rowspan="7">22</td><td rowspan="7">单层同心式</td><td rowspan="7">1-12
2-11</td><td>9</td><td>19/0.85</td><td>68.6</td></tr>
<tr><td>YQS300-45</td><td>45</td><td>94.6</td><td rowspan="6">6.5</td><td>325</td><td>8</td><td>19/0.95</td><td>71.6</td></tr>
<tr><td>YQS300-55</td><td>55</td><td>115.0</td><td rowspan="2">85.5</td><td>370</td><td>7</td><td>19/1.0</td><td>70.7</td></tr>
<tr><td>YQS300-63</td><td>63</td><td>131.7</td><td>440</td><td>6</td><td>19/1.12</td><td>72.6</td></tr>
<tr><td>YQS300-75</td><td>75</td><td>154.1</td><td>86</td><td rowspan="2">0.86</td><td>525</td><td>5</td><td>19/1.25</td><td>72.4</td></tr>
<tr><td>YQS300-90</td><td>90</td><td>183.8</td><td>86.5</td><td>655</td><td rowspan="2">△</td><td>7</td><td>19/1.0</td><td>70.7</td></tr>
<tr><td>YQS300-110</td><td>110</td><td>220.8</td><td>87</td><td>0.87</td><td>760</td><td>6</td><td>19/1.12</td><td>72.6</td></tr>
</table>

（续）

型号	功率/kW	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长/mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm	槽满率(%)
									外径/mm	内径/mm	长度/mm									
YQS300-125	125	380	249.5	87.5	0.87	6.5	1.0	2	262	122	890	1.2	2Y	24	22	单层同心式	1-12 2-11	6	19/1.12	72.6
YQS300-140	140		277.8	88							915		△					5	19/1.25	72.4
YQS300-160	160		317.5								1070		2Y					5	19/1.25	72.4
YQS300-185	185		367.1								1070							5	19/1.25	72.4

附表 3-4 JQSY 系列充油式井用潜水三相异步电动机主要技术数据

型号	功率/kW	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			气隙长/mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm	槽满率(%)
									外径/mm	内径/mm	长度/mm									
JQSY250-17	17	380	40.4	80	0.80	7	1.1	2.0	205	112	140	0.8	Y	24	20	单层同心式	1-12 2-11	20	3-ϕ1.16	72.7
JQSY250-22	22		50.9	81	0.81						170							16	3-ϕ1.30	73
JQSY250-28	28		64.0	82	0.81						220							12	4-ϕ1.30	73
JQSY250-34	34		75.9	83	0.82		1.0				260		2Y					21	2-ϕ1.40	74.1
JQSY250-40	40		87.7	83.5	0.83						330							16	3-ϕ1.30	73
JQSY210-13	13		31.3	79	0.80		1.2		204	114	120	0.7	Y	24	22			23	3-ϕ1.08	68.3
JQSY210-17	17		40.4	80	0.80		1.1				130							21	3-ϕ1.16	72.3
JQSY210-22	22		50.9	81	0.81						165	0.8	2Y					34	2-ϕ1.12	72.8
JQSY210-28	28		64.0	82	0.81						195							28	2-ϕ1.25	74.7
JQSY210-30	30		68.6	82	0.81		1.0				210							26	2-ϕ1.30	75
JQSY210-34	34		75.9	83	0.82						230							24	2-ϕ1.35	74.7
JQSY310-17	17		40.4	80	0.80		1.1		205	112	125	0.8	1Y	24	20			21	3-ϕ1.16	70.5
JQSY310-22	22		50.9	81	0.80						145							17	3-ϕ1.30	71.7
JQSY310-28	28		64.0	82	0.81						185		2Y					27	1-ϕ1.25 1-ϕ1.30	73.1
JQSY310-34	34		75.9	83	0.81		1.0				215							23	2-ϕ1.40	75

附表 3-5　YQSY 系列充油式井用潜水三相异步电动机主要技术数据

型　号	功率 /kW	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心 外径 /mm	定子铁心 内径 /mm	定子铁心 长度 /mm	气隙长 /mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm	槽满率 (%)
YQSY250-17	17	380	39.8	79	0.82	7	1.2	2.0	205	112	140	0.8	Y	24	20	单层同心式	1-12 2-11	19	3-ϕ1.25	75.6
YQSY250-22	22		50.4	80	0.83						170							15	3-ϕ1.40	73.3
YQSY250-28	28		63.4	81	0.83						220							12	4-ϕ1.35	73.0
YQSY250-34	34		75.0	82	0.84						250		2Y					21	2-ϕ1.45	73.2
YQSY250-40	40		87.6	82.5	0.84						310							17	3-ϕ1.30	72.3
YQSY200-4	4		10.0	76	0.80				167	87	100	0.75	Δ					66	1-ϕ1.0	67.6
YQSY200-5.5	5.5		13.6	77	0.80						135							50	1-ϕ1.18	69.8
YQSY200-7.5	7.5		18.2	77.5	0.81						160							42	1-ϕ1.30	70.3
YQSY200-9.2	9.2		22.1	78	0.81						185							36	1-ϕ1.40	69.3
YQSY200-11	11		26.3	78.5	0.81						215		Y					18	2-ϕ1.40	69.3
YQSY200-13	13		30.5	79	0.82						240		Δ					28	2-ϕ1.12	70.9
YQSY200-15	15		34.7	80	0.82		1.1				290							23	2-ϕ1.25	71.5
YQSY200-18.5	18.5		42.6	80.5	0.82						345	0.8						21	2-ϕ1.35	67.0
YQSY200-22	22		49.7	81	0.83						400							18	3-ϕ1.18	67.0
YQSY200-25	25		56.2	81.5	0.83						450							16	3-ϕ1.30	71.0
YQSY200-30	30		66.6	82.5	0.83						520							14	3-ϕ1.40	71.4
YQSY200-37	37		80.6	83	0.84		1.0				605							12	4-ϕ1.30	71.0
YQSY200-45	45		97.5	83.5	0.84	6.5					725							10	5-ϕ1.30	73.9

（续）

型　号	功率/kW	额定电压/V	额定电流/A	效率（%）	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心 外径/mm	定子铁心 内径/mm	定子铁心 长度/mm	气隙长/mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm	槽满率（%）
YQSY250-15	15		35.2	80	0.81						160							33	2-φ1.40	69.0
YQSY250-18.5	18.5		43.1	80.5							185							29	3-φ1.25	73.0
YQSY250-22	22		50.3	81	0.82	7	1.1				215							25	3-φ1.30	69.0
YQSY250-25	25		56.5	82							245		△					22	3-φ1.40	69.0
YQSY250-30	30		66.2	83							285							19	4-φ1.30	69.0
YQSY250-37	37		81.1	83.5	0.83						335							16	5-φ1.25	67.4
YQSY250-45	45	380	98.1	84		6.5		2.0	210	102	420	0.8		24	22			13	6-φ1.30	71.0
YQSY250-55	55		118.4		0.84						480					单层同心式	1-12 2-11	23	4-φ1.20	71.8
YQSY250-64	64		137.0	84.5			1.0				550							20	4-φ1.30	72.6
YQSY250-75	75		158.7								645		2△					17	4-φ1.40	71.0
YQSY250-90	90		189.3	85	0.85						740							15	5-φ1.35	73.0
YQSY250-110	110		231.3								850							13	6-φ1.30	70.7
YQSY250-132	132		271.2	86	0.86						1000							11	6-φ1.45	73.6
YQSY100-1.1	1.1		3.4	66	0.74				89	50	145	0.3		24	18			52	1-φ0.69	82.2
YQSY100-1.5	1.5		4.4	68	0.76						180							43	1-φ0.75	75.2
YQSY100-1.5	1.5	380	4.4			7	1.2	2.0	92	50	185	0.25	Y	18	16	单层交叉式	1-9 2-8 11-18	46	1-φ0.80	82.8
YQSY100-2.2	2.2		6.2	70	0.77						250							34	1-φ0.93	81.1
YQSY100-3	3		8.3	71							295							29	1-φ1.0	79.3

附表 3-6　改进型 YQSY 系列充油式井用潜水三相异步电动机主要技术数据

型　号	功率 /kW	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心 外径 /mm	定子铁心 内径 /mm	定子铁心 长度 /mm	气隙长 /mm	接法	定子槽数	转子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm	槽满率 (%)
YQSY100-1.5	1.5	380	4.4	68	0.76	7	1.2	2.0	92	50	170	0.25	Y	18	16	单层交叉式	1-9 2-8 11-18	50	1-ϕ0.75	79.8
YQSY100-2.2	2.0		6.2	70	0.77						225							38	1-ϕ0.85	76.6
YQSY100-3	3		8.3	71							285							30	1-ϕ1.0	82.0
YQSY200-4	4	380	9.9	76	0.81	7	1.2	2.0	172	87	85	0.5	Y	24	20	单层同心式	1-12 2-11	39	1-ϕ1.40	74.6
YQSY200-5.5	5.5		13.4	77							95							34	1-ϕ1.50	74.4
YQSY200-7.5	7.5		17.8	78	0.82						118		Δ					48	1-ϕ1.25	73.7
YQSY200-9.2	9.2		21.7	78.5							135							42	1-ϕ1.35	75.2
YQSY200-11	11		25.8	79							155		Y					21	2-ϕ1.35	75.2
YQSY200-13	13		29.7	80	0.83		1.1				182							18	2-ϕ1.45	73.7
YQSY200-15	15		33.9	81							210		Δ					27	2-ϕ1.18	74.3
YQSY200-18.5	18.5		41.6	81.5							235							24	2-ϕ1.25	73.7
YQSY250-15	15		34.9	80.5	0.81				210	102	135	0.8	Δ	24	22			39	2-ϕ1.30	69.0
YQSY250-18.5	18.5	380	42.8	81							160							33	2-ϕ1.45	71.8
YQSY250-22	22		49.7	82	0.82						185							29	3-ϕ1.25	71.5
YQSY250-25	25		55.1	83	0.83						215							25	3-ϕ1.35	71.3
YQSY250-30	30		64.6	84	0.84						245							22	3-ϕ1.45	71.8
YQSY250-37	37		78.3	84.5	0.85		1.0				285							19	2-ϕ1.35 2-ϕ1.40	74.8
YQSY250-45	45		94.6	85		6.5					335							16	5-ϕ1.35	74.9
YQSY250-55	55		116								400		2Δ					26	3-ϕ1.35	73.1
YQSY250-63	63		130	85.5	0.86						460							23	3-ϕ1.45	74.0
YQSY250-75	75		155								550							19	4-ϕ1.35	71.2
YQSY250-90	90		185	86							660							16	3-ϕ1.30 2-ϕ1.35	71.9
YQSY250-110	110		222		0.87						820							13	5-ϕ1.50	72.4
YQSY250-125	125		252	86.5							885							12	6-ϕ1.40	72.3

附表 3-7　QY 型充油式三相潜水电泵电动机主要技术数据

型号	功率/kW	极数	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm
										外径/mm	内径/mm	长度/mm						
QY-3.5 QY-7 QY-15 QY-25 QY-40A	2.2	2	380	5.7	72	0.82	7	1.2	2	145	82	100	2Y	24	单层同心式	1-12 2-11	94	QZ-2 1-ϕ0.75
QY10-32-2.2 QY15-26-2.2 QY25-17-2.2 QY40-12-2.2 QY65-7-2.2 QY100-4.5-2.2	2.2	2	380	5.4	72	0.86	7	1.2	2	145	82	95	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	47	QZ-2 2-ϕ0.75
QY15-34-3 QY25-24-3 QY40-16-3 QY65-10-3 QY100-6-3	3	2	380	7.2	74	0.86	7	1.2	2	145	82	120	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	38	QZ-2 2-ϕ0.80
QY-3.5 QY-7 QY-15 QY-25 QY-40A	2.2	2	380	5.4	72	0.86	7	1.2	2	143	78	95	2Y	24	单层同心式	1-12 2-11	96	QZ-2 2-ϕ0.75
QY15-36-3 QY25-26-3 QY40-16-3	3	2	380	7.2	74	0.86	7	1.2	2	143	78	120	2Y	24	单层同心式	1-12 2-11	76	QZ-2 2-ϕ0.80

附表 3-8　QS 型充水式三相潜水电泵电动机主要技术数据

型号	功率 /kW	极数	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm
										外径 /mm	内径 /mm	长度 /mm						
QS25×25-3 QS10×60-3 QS15×15-3	3	2	380	7.5	73	0.83	7	1.2	2	175	88	105	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	37	QYN 1-ϕ1.06
QS20×40-4 QS30×30-4 QS32×25-4 QS50×15-4	4	2	380	9.8	74	0.84	7	1.2	2	175	88	124	Y	24		1-12 2-11	32	QYN 1-ϕ1.20
QS18×65-5.5 QS32×40-5.5 QS65×18-5.5 QS40×28-5.5	5.5	2	380	13.1	75	0.85	7	1.2	2	175	88	142	Y	24		1-12 2-11	28	QYN 1-ϕ1.35
QS30×50-7.5 QS40×30-7.5 QS50×25-7.5 QS100×15-7.5	7.5	2	380	17.4	76	0.86	7	1.2	2	175	88	172	Y	24		1-12 2-11	23	QYN 1-ϕ1.50
QS10-44-3 QS15-34-3 QS65-10-3 QS100-6-3	3	2	380	7.5	73	0.83	7	1.2	2	167	85	100	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	37	QYN 1-ϕ0.96
QS15-45-4 QS25-30-4 QS40-21-4 QS65-13-4 QS100-9-4	4	2	380	9.8	74	0.84	7	1.2	2	167	85	120	Y	24		1-12 2-11	31	QYN 1-ϕ1.12
QS15-55-5.5 QS25-40-5.5 QS40-28-5.5 QS65-18-5.5	5.5	2	380	13.1	75	0.85	7	1.2	2	167	85	155	Y	24		1-12 2-11	25	QYN 1-ϕ1.30
QS25-50-7.5 QS40-38-7.5 QS65-25-7.5 QS100-17-7.5	7.5	2	380	17.4	76	0.86	7	1.2	2	167	85	190	Y	24		1-12 2-11	21	QYN 1-ϕ1.50

附表 3-9　QX 型干式三相潜水电泵电动机主要技术数据

型号	功率/kW	极数	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm
										外径/mm	内径/mm	长度/mm						
QX6-15J QX10-10J	0.75	2	380	2.0	68	0.84	7	1.2	2	125	65	60	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	86	QZ-2 1-ϕ0.60
QX6-25-1.1 QX10-18-1.1 QX15-14-1.1 QX25-9-1.1 QX40-6-1.1	1.1	2	380	2.7	71	0.86	7	1.2	2	128	70	72	Y	24			68	QZ-2 1-ϕ0.75
QX10-24-1.5 QX15-18-1.5 QX25-12-1.5 QX40-8-1.5	1.5	2	380	3.6	74	0.86	7	1.2	2	128	70	92	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	53	QZ-2 1-ϕ0.85
QX10-34-2.2 QX15-26-2.2 QX25-18-2.2 QX40-12-2.2	2.2	2	380	5.1	76	0.86	7	1.2	2	145	82	90	Y	24			49	QZ-2 1-ϕ1.0
QX22-15J	2.2	2	380	5.1	76	0.86	7	1.2	2	145	82	100	2Y	24			94	QZ-2 1-ϕ0.75
QX15-35-3 QX25-24-3 QX40-16-3	3	2	380	6.7	78.5	0.87	7	1.2	2	145	82	115	Y	24			40	QZ-2 1-ϕ1.12
QX120-10J	5.5	4	380	12.1	79.5	0.87	7	1.2	2	175	110	170	Y	36	单层交叉式	1-9 2-10 11-18	23	QZ-2 1-ϕ0.85 2-ϕ0.90

附表 3-10　QDX 型及 QD 型干式单相潜水电泵电动机主要技术数据

型号	功率/kW	极数	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	定子铁心			定子槽数	起动方式	绕组型式	节距	串联导体数	每圈匝数	每联圈数	每台联数	线规/mm
							外径/mm	内径/mm	长度/mm									
QDX3-8-0.18 QDX6-5-0.18	0.18	2	220	2.3	49	0.72	110	58	55	24	电阻起动	正弦	1-12、2-11、3-10 4-9、5-8	1012	68、63、54 42、26	5	2	主绕组 1-ϕ0.63
													7-18、8-17、9-16 10-15、11-14	632	42、40、34 26、16	5	2	副绕组 1-ϕ0.40
QDX3-10-0.25 QDX6-7-0.25	0.25	2	220	2.9	53	0.74	110	58	62	24	电阻起动	正弦	1-12、2-11、3-10 4-9、5-8	796	53、49、43 33、21	5	2	主绕组 1-ϕ0.71
													7-18、8-17、9-16 10-15、11-14	592	40、37、32 24、15	5	2	副绕组 1-ϕ0.42
QDX3-14-0.37 QDX6-10-0.37 QDX10-7-0.37	0.37	2	220	3.8	58	0.77	128	67	63	24	电容起动	正弦	1-12、2-11、3-10 4-9、5-8	746	50、47、40 31、19	5	2	主绕组 1-ϕ0.80
													7-18、8-17、9-16 10-15、11-14	628	42、39、34 26、16	5	2	副绕组 1-ϕ0.50
QDX3-18-0.55 QDX6-14-0.55 QDX10-10-0.55 QDX15-7-0.55	0.55	2	220	5.2	61	0.79	128	67	78	24	电容起动	正弦	1-12、2-11、3-10 4-9、5-8	596	40、37、32 25、15	5	2	主绕组 1-ϕ0.90
													7-18、8-17、9-16 10-15、11-14	704	47、40、38 29、18	5	2	副绕组 1-ϕ0.50
QD3-15J QD6-9J QD7.8-6.5J	0.4	2	220	3.9	—	0.74	125	65	60	24	电容起动	正弦	1-12、2-11、3-10 4-9	736	50、50 42、42	4	2	主绕组 1-ϕ0.80
													7-18、8-17、9-16 10-15	800	72、72 28、28	4	2	副绕组 1-ϕ0.55

附表 3-11　QW 型与 WQ 型潜污水电泵电动机主要技术数据

型　号	功率 /kW	极数	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线　规 /mm
										外径 /mm	内径 /mm	长度 /mm						
QW15-30-3 QW25-15-3 QW50-10-3	3	2	380	6.7	78.5	0.87	7	1.2	2	155	80	93	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	43	QZ-2 1-ϕ0.85 1-ϕ0.80
QW10-45-4 QW20-25-4 QW70-10-4	4	2	380	8.8	79.5	0.87	7	1.2	2	155	80	114	Y	24		1-12 2-11	35	QZ-2 1-ϕ0.90 1-ϕ0.95
QW30-22-5.5 QW45-15-5.5	5.5	2	380	11.7	81.5	0.87	7	1.2	2	210	116	105	Δ	30		1-16 2-15 3-14 1-14 2-13	44	1-ϕ0.90 1-ϕ0.95
QW20-45-7.5 QW50-22-7.5 QW120-10-7.5	7.5	2	380	15.7	82.5	0.88	7	1.2	2	210	116	125	Δ				37	1-ϕ1.0 1-ϕ1.06
WQ10-15-1.5 WQ15-10-1.5 WQ25-7-1.5	1.5	2	380	3.6	74	0.86	7	1.2	2	130	72	85	Y	18	单层交叉式	1-9 2-10 11-18	74	QZ-2 1-ϕ0.85
WQ15-15-2.2 WQ25-10-2.2 WQ35-7-2.2	2.2	2	380	5.1	76	0.86	7	1.2	2	130	72	110	Y	18		1-9 2-10 11-18	58	QZ-2 1-ϕ0.95
WQ12-25-3 WQ25-13-3	3	2	380	6.7	78.5	0.87	7	1.2	2	155	84	100	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	40	QZ-2 1-ϕ1.18
WQ50-12-4 WQ20-22-4 WQ12-32-4	4	2	380	8.8	79.5	0.87	7	1.2	2	175	98	105	Δ	30		1-16 2-15 3-14 1-14 2-13	48	QZ-2 1-ϕ1.06

附表 3-12　QWK 系列矿用隔爆型潜污水电泵电动机主要技术数据

型号	功率/kW	极数	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心 外径/mm	定子铁心 内径/mm	定子铁心 长度/mm	接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm
QWK15-10-1.5 QWK10-15-1.5 QWK6-22-1.5	1.5	2	660	2.1	74	0.86	7	1.8	2.2	130	72	89	Y	18	单层交叉式	1-9 2-10 11-18	123	QZY-2 1-ϕ0.63
QWK25-10-2.2 QWK15-15-2.2 QWK9-22-2.2	2.2	2	660	2.9	76	0.86	7	1.8	2.2	130	72	126	Y	18			88	QZY-2 1-ϕ0.75
QWK50-10-3 QWK25-15-3 QWK15-30-3	3	2	660	3.8	78.5	0.87	7	1.8	2.2	155	84	106	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	65	QZY-2 1-ϕ0.90
QWK70-10-4 QWK20-25-4 QWK10-45-4	4	2	660	5.1	79.5	0.87	7	1.8	2.2	175	98	113	Y	30		1-16 2-15 3-14 1-14 2-13	42	QZY-2 1-ϕ1.12
QWK45-15-5.5 QWK30-22-5.5	5.5	4	660	7.2	81	0.83	7	1.8	2.2	210	136	127	Y	36	单层交叉式	1-9 2-10 11-18	43	QZY-2 2-ϕ0.95
QWK120-10-7.5 QWK50-22-7.5 QWK20-45-7.5	7.5	4	660	9.6	82	0.83	7	1.8	2.2	210	136	176	Y	36			32	QZY-2 1-ϕ1.06 1-ϕ1.12
BWQ15-20-2 BWQ6-30-2	2	2	660	2.7	76	0.86	7	1.8	2.2	167	85	60	Y	18			155	QZY-2 1-ϕ0.83

附表 3-13 JLB2 系列及 JLB2 系列立式深井水泵用三相异步电动机主要技术数据

型号	功率/kW	极数	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm
										外径/mm	内径/mm	长度/mm						
JTB2-42-2	5.5	2	380	11.2	85.5	0.87	7	1.9	2.3	210	110	110	Y	24	单层同心式	1-12 2-11	29	2-ϕ0.95 1-ϕ1.0
JLB2-61-2	11	2	380	23	84	0.87	7	1.8 1.7	2.3 2.2	331	182	80	△	36	双层	1-14	30	3-ϕ1.12
JLB2-62-2	15			31								90					24	4-ϕ1.12
JLB2-63-2	18.5			38	85							100	2△				44	2-ϕ1.18
JLB2-64-2	22			45	85.5							120					40	2-ϕ1.30
JLB2-61-4	11	4	380	22	86	0.87	7	1.8	2.3	331	210	90	△	36	双层	1-8	42	1-ϕ1.30 1-ϕ1.40
JLB2-62-4	15			30	87							120					32	3-ϕ1.25
JLB2-71-4	18.5	4	380	38	86	0.87	7	1.7	2.2	368	245	85	2△	48	双层	1-11	52	2-ϕ1.12
JLB2-72-4	22			45	86.5							100					44	2-ϕ1.25
JLB2-73-4	30			59	87.5							125					36	2-ϕ1.40
JLB2-74-4	40			77	89							180	4△				52	2-ϕ1.12
JLB2-75-4	45			85	90				2.0			210					44	2-ϕ1.25
JLB2-81-4	55	4	380	106	91	0.87	7	1.7	2.0	405	250	185	4△	48	双层	1-12	46	3-ϕ1.30
JLB2-82-4	75			144	91							240					34	4-ϕ1.30
JTB2-83-4	100			190	92							290					28	6-ϕ1.25

附表 3-14　YLB 系列立式深井水泵用三相异步电动机主要技术数据

型　号	功率 /kW	极数	额定电压 /V	额定电流 /A	效率 (%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心			接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规 /mm
										外径 /mm	内径 /mm	长度 /mm						
YLB132-1-2	5.5	2	380	11.3	83.8	0.88	7	1.9	2.3	210	116	105	△	30	单层同心式	1-16 2-15 3-14 1-14 2-13	44	1-ϕ0.95 1-ϕ1.0
YLB132-2-2	7.5			15.3	84.8							125					37	2-ϕ.06
YLB160-1-2	11	2	380	22.5	84.5	0.88	7	1.8	2.3	290	160	85	△	36	双层	1-14	29	2-ϕ1.0 1-ϕ0.95
YLB160-2-2	15			30.3	85.5							100					24	2-ϕ1.60 1-ϕ1.12
YLB160-1-4	11	4		22.7	86.5	0.85					187	100	2△	48		1-11	54	1-ϕ1.18
YLB160-2-4	15			30.3	87.5	0.86						130					42	1-ϕ1.30
YLB180-1-2	18.5	2	380	36.7	87	0.88	7	1.7	2.2	327	182	105	2△	36	双层	1-14	42	1-ϕ1.16 1-ϕ1.12
YLB180-2-2	22			43.4	87.5							115					38	2-ϕ0.95 1-ϕ1.0
YLB180-1-4	18.5	4		37.1	88	0.86					210	120		48		1-11	40	1-ϕ1.06 1-ϕ1.12
YLB180-2-4	22			43.9	88.5							135					36	2-ϕ1.12

（续）

型号	功率/kW	极数	额定电压/V	额定电流/A	效率(%)	功率因数	堵转电流倍数	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	定子铁心 外径/mm	定子铁心 内径/mm	定子铁心 长度/mm	接法	定子槽数	绕组型式	节距	每槽导体数	线规/mm
YLB200-1-2	30	2	380	58.9	88	0.88	7	1.7	2.2	368	210	115	2△	36	双层	1-14	32	1-ϕ1.30 1-ϕ1.40
YLB200-2-2	37			72.2	88.5							135					28	1-ϕ1.40 1-ϕ1.50
YLB200-1-4	30	4		58.5	89.5	0.87					245	125		48			32	2-ϕ1.30
YLB200-2-4	37			71.8	90							155					26	1-ϕ1.12 2-ϕ1.18
YLB200-3-4	45			86.8	90.5				2.0			185					22	3-ϕ1.30
YLB250-1-4	55	4	380	104	91	0.88	7	1.7	2.0	445	300	145	2△	60	双层	1-14	18	1-ϕ1.40 2-ϕ1.50
YLB250-2-4	75			141	91.5							185					14	2-ϕ1.25 3-ϕ1.30
YLB250-3-4	90			170	91.5							215					12	4-ϕ1.25 2-ϕ1.30
YLB280-1-4	110	4		206	92				1.9	493	330	200	4△				24	4-ϕ1.25
YLB280-2-4	132			248	92.2							240					20	4-ϕ1.40

ISBN 978-7-111-23510-1

封面设计/电脑制作：姚毅

上架指导 工业技术/电工技术



编辑热线：(010)88379768

地 址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010)68326294
(010)68993821
网址：http://www.cmpbook.com(机工门户网)
E-mail:cmp@cmpbook.com
购书热线：(010)88379639 (010)88379641 (010)88379643

定价：38.00元